НАДІЯ МАТЯШ, ЛЮДМИЛА ОСТАПЧЕНКО,
ОЛЕГ ПАСІЧНІЧЕНКО, ПАВЛО БАЛАН

БІОЛОГІЯ

Підручник для 8 класу закладів загальної середньої освіти

2-ге видання, перероблене

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України





Київ
«Генеза»
2021

ДОРОГІ ВОСЬМИКЛАСНИЦІ ТА ВОСЬМИКЛАСНИКИ!

У попередніх класах ви вивчали біологію рослин, грибів, бактерій і тварин. Цього року ви здобуватимете знання про організм людини. Знання основ наук про людину розкриють вам особливості будови і функцій свого організму, важливість збереження і поліпшення здоров'я, допоможуть організувати здоровий спосіб життя. Під час засвоєння цих знань ви переконаєтеся, що здоров'я є найбільшою індивідуальною і соціальною цінністю. Це те, що дає змогу людині активно жити: учитися, працювати, захоплюватися улюбленою справою.

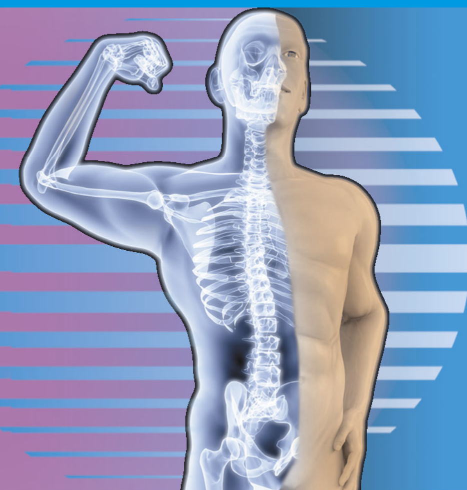
Для того щоб краще засвоїти зміст підручника, матеріал у ньому поділено на теми і параграфи. Прочитайте назву теми та інформацію про те, про що ви з неї дізнаєтеся. Зверніть увагу на завдання і запитання рубрики ***Пригадайте***. Вони допоможуть пригадати матеріал, засвоєний раніше, і краще сприйняти нові знання.

Рубрика ***Цікаво знати*** розширить ваші знання і спонукатиме до подальшого вивчення предмета. У текст підручника включено наскрізні змістові лінії: «Громадянська відповідальність, Здоров'я і безпека», «Екологічна безпека і сталий розвиток», «Підприємливість і фінансова грамотність». Вони спрямовані на формування відповідних ключових компетентностей.

Уважно роздивляйтеся малюнки підручника, читайте підписи до них, знаходьте всі позначені на них елементи.

Після кожного параграфа є рубрика ***Ключові терміни і поняття***. У ній виділено нові для вас поняття і терміни. Зверніться до них ще раз, повторіть їхнє значення. Надалі це допоможе вам у вивченні нового матеріалу. Не оминайте увагою рубрики **ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ, *Обговоріть у групах*, Поміркуйте, Творче завдання, *Розв'яжіть задачу***. Виконання вміщених у них завдань дасть вам змогу краще засвоїти і повторити навчальний матеріал, сприятиме розвитку інтелектуальних умінь: аналізувати, порівнювати, узагальнювати, оцінювати, робити висновки, передбачати, зіставляти факти, виявляти закономірності, висловлювати власні судження. Засвоєнню теоретичного матеріалу сприятимуть ***лабораторна робота*** та ***лабораторні дослідження***. Під час виконання їх ви набуватимете важливих дослідницьких умінь і навичок.

Сподіваємося, що цей підручник не тільки дасть вам нові знання, а й допоможе краще зорієнтуватися в інформації, отриманій поза школою, підкаже, як краще застосовувати ці знання у своєму подальшому житті.



ВСТУП

Які ознаки біологічної та соціальної сутності людини в людських спільнотах? Чому здоров'я – найвища особистісна й суспільна цінність?

§1. БІОСОЦІАЛЬНА ПРИРОДА ЛЮДИНИ. ЗНАЧЕННЯ ЗНАНЬ ПРО ЛЮДИНУ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Пригадайте, які особливості в будові ссавців вирізняють їх серед інших тварин. Що таке вид? Що негативно впливає на здоров'я людини?

Людина як біосоціальна істота. Минулого навчального року на уроках біології ви ознайомилися з дивовижним світом тварин: вивчали його різноманітність, особливості будови, процесів життєдіяльності, поведінки, пристосування до умов життя окремих його представників. Людина має багато спільних рис із представниками тваринного світу. Учені вважають, що все людство, незважаючи на відмінність кольору шкіри та інших ознак, – це один вид. Вони так класифікують його: тип ***ХОРДОВІ***, підтип ***ХРЕБЕТНІ***, клас ***ССАВЦІ***, ряд ***ПРИМАТИ***, родина ***ГОМІНІДИ***, рід ***ЛЮДИНА***, вид ***ЛЮДИНА РОЗУМНА (HOMO SAPIENS)***.



Вид **– це сукупність особин, подібних між собою за будовою, процесами життєдіяльності, вимогами до умов існування, які дають плідне потомство.**

В існуванні виду *Людина розумна* можна виділити як біологічну (притаманну всім видам організмів), так і соціальну складову, значення якої постійно зростає. Роль біологічних чинників у житті людини знижується завдяки науково-технічному прогресу та міжнародній співпраці (різні країни надають допомогу іншим, які зазнали голоду, епідемій, руйнівного впливу воєн, природної стихії тощо).

Людина, на відміну від тварин, є особистістю – насамперед суб'єктом суспільних відносин (*пригадайте, які відносини належать до суспільних*). Спільноти людей відрізняються від різних типів угруповань тварин дуже складною організацією та мають назву *соціум*. Способи спілкування людей між собою дуже досконалі – це, передусім, усна та письмова мова.

Під час здійснення трудової діяльності людина застосовує різноманітні знаряддя праці, які сама виробляє. На відміну від інших біологічних видів, людина не просто пристосовується до нових умов існування, а змінює умови довкілля відповідно до своїх потреб, змінюючи



Мал. 1. Людина – біосоціальна істота

його (будує житла, заводи, фабрики, електростанції, греблі, розорює степи, вирубує ліси та ін.).

У людей дуже розвинене мислення: вони здатні планувати свої дії та заздалегідь передбачати їхні результати. Для задоволення своїх естетичних потреб людина розвиває культуру і мистецтва, а для пізнання довкілля та самої себе – науки. Поведінка людини в суспільстві підлягає певним правилам, які мають назву *етика*.

Отже, людина, хоча і є одним з багатьох видів ссавців, її діяльність та поведінка здебільшого зумовлені суспільним оточенням (*соціальні особливості*). Тому людина є ***біосоціальною істотою*** (мал. 1).

Цікаво знати

Відомо багато видів тварин, які ведуть суспільний спосіб життя. Окремі особини цих видів постійно чи тимчасово живуть разом. Наприклад, вовки збираються у зграї для спільного полювання, птахи – для тривалих перельотів тощо. Особливими родинами живуть суспільні комахи: терміти, мурашки, медоносні бджоли, джмелі та ін. У таких угрупованнях кожна істота має свою «професію» – у мурашниках, наприклад, одні особини піклуються про нащадків, інші – будують житло, добувають їжу, захищають свої гнізда від інших істот тощо. У тварин, яким притаманний суспільний спосіб життя, розвинені певні засоби спілкування між собою.

Значення знань про людину для збереження її здоров'я. Організм людини як особливу біологічну систему вивчають різні науки, насамперед біологічні (мал. 2).



Здоров'я **– це стан фізичного, психічного та соціального благополуччя, високої працездатності та соціальної активності людини. Фізичне благополуччя забезпечується нормальним функціонуванням органів, їхніх систем та організму в цілому. Здоровій людині властива активна участь у суспільному житті, що супроводжується високою працездатністю та відчуттям задоволення своїм життям.**



НАУКИ, ЯКІ ВИВЧАЮТЬ ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

- **анатомія людини** – вивчає форму і будову окремих органів, їхніх систем і всього організму
- **фізіологія людини** – наука про функції окремих органів та їхніх систем, процеси життєдіяльності організму в цілому
- **генетика людини** вивчає закономірності спадковості й мінливості людини
- **біологія індивідуального розвитку** вивчає закономірності як зародкового, так і післязародкового розвитку людини
- **екологія людини** вивчає зв’язки людини з навколишнім середовищем, її пристосування до змін умов довкілля, вплив людської діяльності на інші організми та нашу планету в цілому
- **медицина** – наука про здоров’я людини, причини її захворювань, методи діагностики та лікування захворювань і заходи їхньої профілактики
- **гігієна** вивчає вплив різних факторів навколишнього середовища, зокрема соціальних (умов праці, побуту, рівня культури тощо), на здоров’я людини, її працездатність, тривалість життя

Мал. 2. Приклади наук, які вивчають організм людини

Загальними показниками здорового організму людини є його здатність пристосовуватися до впливів різноманітних чинників навколишнього середовища (тепло, холод, вологість тощо) та можливість забезпечувати високу фізичну й розумову працездатність без перенапруження та порушення діяльності основних фізіологічних систем організму.

Здоров’я людини визначають також її соціальне оточення, умови праці та відпочинку, рівень добробуту та ін. Забруднення довкілля відходами побутової та господарчої діяльності згубно впливає на здоров’я самої людини, наслідком чого може бути виникнення різних захворювань.



Хвороба **– це порушення структурно-функціональних властивостей клітин, тканин, органів та організму в цілому, наслідком чого є зниження пристосувальних можливостей та працездатності людини.**

Хвороб надзвичайно багато, так само як і причин, що до них призводять. Це насамперед шкідливі звички, неправильне харчування, недостатня фізична активність, недотримання санітарно-гігієнічних вимог, забруднення навколишнього середовища, паразити тощо. Збудниками *інфекційних хвороб* є віруси, бактерії, паразитичні гриби, *інвазійних* – паразитичні тварини. Збудників інфекційних та інвазійних захворювань можуть поширювати переносники, наприклад кровосисні комахи чи кліщі (*пригадайте, які організми поширюють збудників малярії, кліщового енцефаліту, чуми тощо*).

Усі заходи з охорони здоров'я людини поділяють на лікувальні та профілактичні. Лікування включає *діагностику*, тобто визначення причини захворювання, саме *лікування* та *реабілітацію* – відновлювальне лікування під час одужання.



***Профілактика захворювань* – це сукупність заходів, спрямованих на запобігання виникненню і поширенню захворювань, зміцнення здоров'я.**

Основні методи діагностики стану органів та організму людини. Висновок про загальний стан здоров'я людини можна зробити лише на підставі низки досліджень: медичних, біохімічних, фізичних, анатомічних, генетичних тощо. Отримані в результаті проведених досліджень показники стану організму певної людини порівнюють із середніми значеннями цих показників у здорових людей відповідного віку та статі.

Біохімічні методи застосовують для визначення різних показників хімічного складу нашого організму: складу крові, травних соків тощо. Наприклад, людям, хворим на цукровий діабет, потрібно постійно контролювати рівень глюкози у крові. Для цього існують спеціальні прилади – глюкометри (мал. 3). Тривалий високий рівень глюкози у крові є приводом для негайного звернення до лікарів.



Мал. 3. Глюкометр: прилад для вимірювання вмісту глюкози у крові

Фізичні методи використовують для дослідження будови та стану організму людини в цілому та окремих його органів. Прикладами таких методів можуть слугувати: вимірювання артеріального тиску, дослідження роботи серця (електрокардіографія), мозку (електроенцефалографія), рентгенографія, ультразвукова діагностика (УЗД), магнітно-резонансна томографія (МРТ).



Мал. 4. Тонометр: прилад для вимірювання артеріального тиску

Артеріальний тиск вимірюють за допомогою спеціальних приладів – тонометрів (мал. 4). Люди з високим або низьким артеріальним тиском мають перебувати під наглядом лікарів.

Стан серця та його діяльність вивчають, досліджуючи електричні процеси в ньому. Для цього застосовують електрокардіографи (мал. 5).

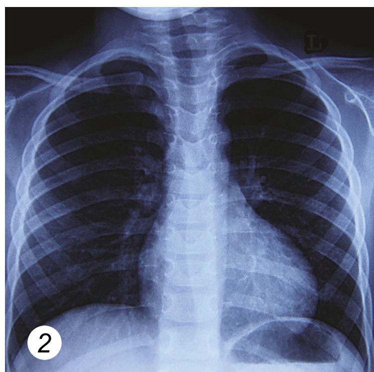


Мал. 5. Електрокардіограф та отримані за його допомогою показники роботи серця

Метод рентгенографії полягає в дослідженні внутрішньої структури організму за допомогою рентгенівських променів. Ці промені здатні проникати крізь мате-







Мал. 6. Сучасний рентгенівський апарат (1) і рентгенівський знімок (2)

ріали, які не пропускають світла. Рентгенівські промені використовують, зокрема, для *флюорографії*: отримання знімка на рентгенівській плівці (мал. 6).



Мал. 7. Апарат УЗД

Цікаво знати

Назва *рентгенівські промені* походить від прізвища німецького фізика Вільгельма Конрада Рентгена, якому тривалий час приписували їхнє відкриття. Сам В. Рентген назвав ці промені, тоді невідомої природи, Х-променями. Ця назва збереглася і донині в англомовній та франкомовній науковій літературі. Але виявилося, що вперше їх відкрив український фізик Іван Пулюй (1845–1918) ще 1895 р. за допомогою «лампи Пулюя». Його доробком пізніше скористався В. Рентген, якому особисто І. Пулюй презентував свої праці. В. Рентген, на відміну від І. Пулюя, широко опублікував результати своїх досліджень й отримав 1901 р. Нобелівську премію.

Ультразвукова діагностика (*ультразвукове дослідження, УЗД*) – обстеження внутрішніх органів людини і тих процесів, які в них перебігають, за допомогою ультразвукових хвиль (мал. 7).

Магнітно-резонансна томографія (*МРТ*) – це метод дослідження внутрішніх органів і тканин з використанням фізичного явища ядерного магнітного резонансу. Його суть полягає у властивості ядер певних хімічних елементів (для магнітно-резонансної томографії таким елементом є Гідроген) у зовнішньому сталому магнітному полі поглинати і випромінювати енергію. МРТ широко застосовують у медичній діагностиці та для контролю під час лікування хворого (мал. 8).

Цікаво знати

Роком «народження» МРТ вважають 1973 р. Апарат винайшов американський учений, професор хімії Пол Лотербур, а вдосконалив – Пітер Менсфілд. У 2003 р. обидва вчені отримали Нобелівську премію в галузі медицини.

Антропометричні методи – вимірювання зросту, маси тіла, обсягу грудної клітки тощо, що є показниками розвитку дитини.



Щоб бути здоровим, треба постійно стежити за чистотою свого тіла та одягу, регулярно споживати повноцінну їжу, чергувати періоди праці та відпочинку, уникати надмірних фізичних та розумових навантажень, впливу шкідливих чинників довкілля (наприклад, дії іонізуючого випромінювання, потрапляння в організм отрутохімікатів).



Мал. 8. Апарат МРТ



Людина, яка не стежить за власним здоров'ям, шкодить не тільки собі, а й наражає на небезпеку оточуючих: батьків, друзів, учителів тощо. Дбайливе ставлення до власного здоров'я стає особливо актуальним під час різноманітних епідемій і пандемій (наприклад, пандемія COVID-19). Недотримання вимог карантину ставить під загрозу не тільки власне життя, а й життя інших людей. Крім того, такі захворювання потребують додаткових витрат на власне лікування й лягають важким тягарем на бюджет країни. Дотримання карантинних вимог під час епідемій є громадянським обов'язком кожного. Нині у зв'язку з пандемією, спричиненою вірусом COVID-19, ця вимога є дуже актуальною. (*Відшукайте за допомогою інтернету значення понять «епідемія», «пандемія», «карантин».*)

Ключові терміни і поняття: **тонометр, глюкометр, кардіограф, апарати УЗД, МРТ.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Оцініть роль окремих соціальних чинників в існуванні сучасної людини. 2. Які науки вивчають організм людини? 3. Розкрийте суть поняття «здоров'я людини». 3. Як чинники довкілля впливають на стан здоров'я людини? 4. Які є методи діагностики захворювань? 5. Поясніть, як можна зміцнювати своє здоров'я.

Виберіть одну правильну відповідь

1. Назвіть ознаку, яка відрізняє людину як біосоціальну істоту від представників біологічних видів: а) здатність до росту та розвитку; б) здатність відтворювати собі подібних; в) здатність до мислення та свідомої діяльності; г) здатність здійснювати обмін речовин.

2. Назвіть прилад, за допомогою якого вимірюють артеріальний тиск: а) електрокардіограф; б) глюкометр; в) тонометр; г) апарат УЗД.

3. Доповніть арабське прислів'я: «Руйнувати здоров'я – означає...»: а) посилювати свою працездатність; б) обкрадати себе; в) зберігати молодість; г) збільшувати тривалість життя.

Обговоріть у групах різні біохімічні, фізичні, антропометричні методи дослідження стану здоров'я.

Поміркуйте. Чому загартована людина легше переносить несприятливий вплив чинників довкілля?

Творче завдання. Складіть схему «Взаємозв'язок наук про людину».



Тема 1

ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЯК БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА

Що таке біологічна система? Які є ознаки організму людини як біологічної системи? Які тканини є в організмі людини? Який існує взаємозв'язок між будовою тканин та їхньою функцією?

§2. ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЯК БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА

Пригадайте ознаки живого. Які особливості в будові ссавців вирізняють їх серед інших тварин? Що таке вид, екосистема?

Загальні ознаки, властиві організму людини як біологічній системі. Організм людини – це цілісна, відкрита, саморегульована та відносно стійка біологічна система.



Система **– це єдине ціле, яке складається з тісно взаємопов'язаних між собою окремих частин.**

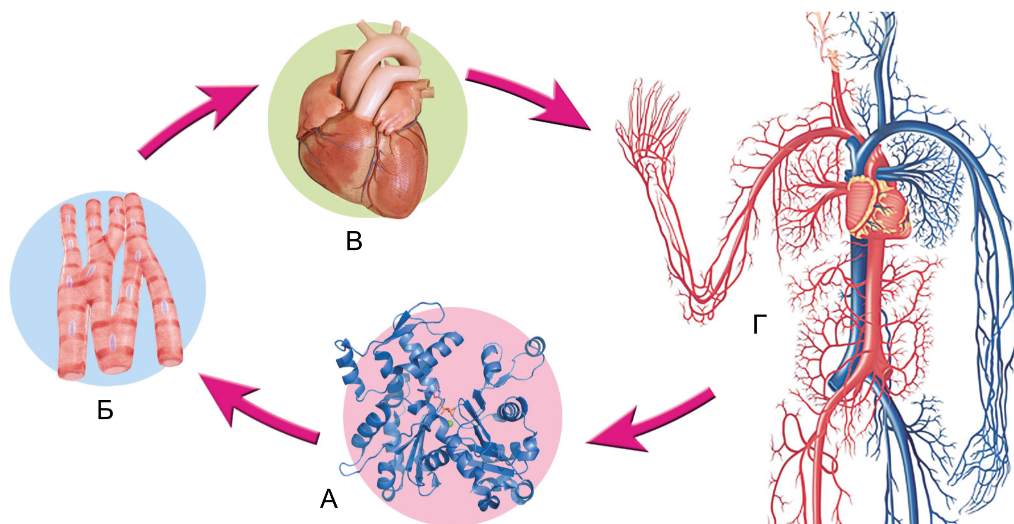
Біологічна (жива) система **– це структурне й функціональне об'єднання біологічних елементів різного рівня складності: молекул, клітин, тканин, органів та їхніх систем, організмів тощо.**

До біологічних систем належать: складні молекули (як-от, молекули білків тощо); клітини; організми; види; екосистеми. Біологічні системи нижчого рівня організації є складовою біологічних систем вищого рівня. Так, біологічні молекули, наприклад білки, входять до складу клітин, клітини – до складу тканин, тканини – до складу органів, органи та їхні системи – до складу цілісного організму (мал. 9).

Складні біологічні системи, як-от організм людини, є сукупністю біологічних систем нижчого рангу, що взаємодіють між собою. Саме їхня взаємодія й визначає такі властивості організму людини, як цілісність і здатність до саморегуляції.

Отже, всі складові організму людини не працюють окремо й не можуть існувати незалежно одна від одної. Усі вони є частиною одного неподільного *цілого* – організму, який взаємодіє з довкіллям, оскільки потребує постійного надходження ззовні речовин та енергії і виділення назовні продуктів обміну речовин.

Підтримання відносної сталості хімічного складу, будови, властивостей забезпечує ***саморегуляція*** організму як цілісної біологічної системи. Досконалі регуляторні механізми організму дають можливість людині існувати не лише за певних сталих умов, а й витримувати їхні зміни, пристосовуватися до нових умов – *адаптуватися*.



Мал. 9. Структурна організація організму людини: молекули білків (А) входять до складу клітин (Б). Клітини входять до складу тканин, з тканин складаються органи (серце, В), які входять до складу певної системи органів організму (наприклад, серце є складовою кровоносної системи людини, Г)



Адаптація **– сукупність особливостей будови, функцій та поведінки організмів, що забезпечує їхнє існування в певних умовах довкілля.**

Єдність усіх біологічних систем базується, зокрема, на ***єдності їхнього хімічного складу***. Організм людини, як будь-яка біологічна система, насамперед, складається з таких хімічних елементів, як Карбон (**C**), Гідроген (**H**), Оксиген (**O**) і Нітроген (**N**). Ці хімічні елементи переважають у складі різних організмів, становлячи понад 90 %. Саме вони є основою органічних сполук (білків, ліпідів, вуглеводів та ін.).

Також для організму людини як цілісної біологічної системи характерні всі прояви живого. Пригадаймо їх.

Обмін речовин і енергії здійснюється в організмі людини та з навколишнім середовищем. У ньому безпосередньо беруть участь такі системи органів: травна, дихальна, видільна, кровоносна. Ці процеси забезпечують постійне ***самовідновлення*** в організмі: зокрема, відновлюється хімічний склад клітин і клітинний склад організму. ***Подразливість*** пов'язана із здатністю сприймати подразники зовнішнього і внутрішнього середовища та певним чином реагувати на їхню дію. Це забезпечує зв'язок організму з навколишнім та внутрішнім середовищем, його існування за постійних змін у них та швидке реагування на такі зміни.

Розмноження – здатність організму людини відтворювати собі подібних. Вона забезпечує безперервність життя і базується на механізмах збереження і передавання спадкової інформації. ***Ріст*** і ***розвиток*** є відповідно кількісною і якісною характеристиками організму людини. Під час росту поступово збільшуються маса й розміри орга-



нізму, а під час розвитку він змінюється якісно. ***Рух*** – це зміна положення організму чи його частин у просторі. Рухи організму людини забезпечує опорно-рухова система.

Ключові терміни і поняття: **біологічна система, адаптації.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке біологічна система? Які її властивості? 2. Як пояснити те, що нижчі рівні організації біологічних систем є складовими вищих? 3. У чому полягає саморегуляція біологічних систем? 4. На якому рівні організації перебуває організм людини?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть ознаку живої системи, пов'язану з реакцією на дію зовнішніх і внутрішніх подразників: а) здатність до регенерації; б) розмноження; в) подразливість; г) обмін речовин.

2. Укажіть ряд хімічних елементів, які переважають у складі всіх органічних сполук: а) H, O, C, Si; б) H, N, O, C; в) H, Fe, N, C; г) H, P, O, C.

3. Укажіть властивість організму людини, яка характеризує здатність пристосовуватися до змін у зовнішньому та внутрішньому середовищі: а) цілісність; б) здатність до рухів; в) формування адаптацій; г) здатність до розмноження.

Поміркуйте. Що спільного між одноклітинними і багатоклітинними тваринами: а) клітина є складовою певної тканини; б) клітина є самостійним організмом; в) клітина – структурно-функціональна одиниця всіх живих істот.

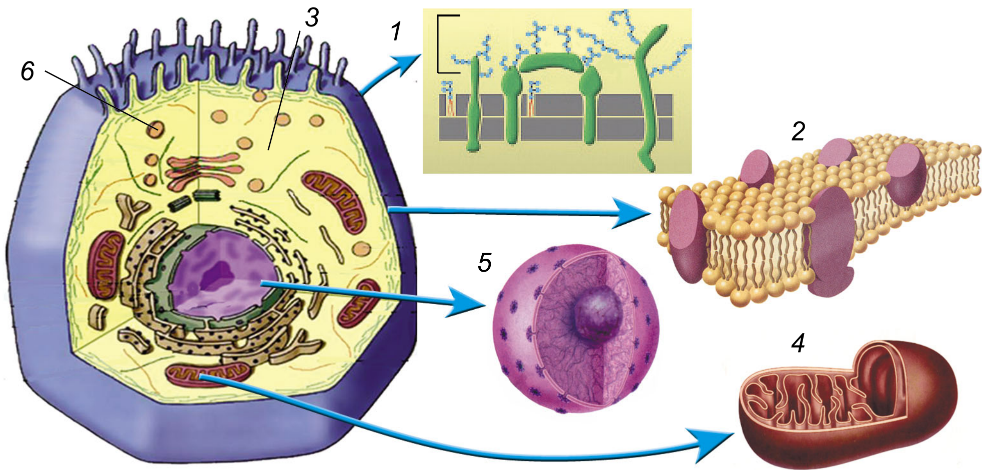
Творче завдання. Складіть схеми структурної організації багатоклітинних рослин і тварин.

§3. РІЗНОМАНІТНІСТЬ КЛІТИН І ТКАНИН ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Пригадайте, які особливості будови клітин рослин, грибів і тварин.

Клітина як приклад біологічної системи. Тіло людини побудоване з клітин. Як ви пригадуєте, клітина є структурною одиницею багатоклітинних тварин і людини. Так, увесь наш організм складають понад 75 трильйонів клітин різних типів. З іншого боку, клітина є функціональною одиницею багатоклітинного організму, оскільки клітини певних типів забезпечують певні життєві функції. Одні з них виконують транспортну функцію (як-от, еритроцити крові), інші – захисну (лейкоцити крові), опорну (клітини кісткової та хрящової тканин) функції тощо.

Пригадаймо, усі клітини тварин побудовані за єдиним планом (мал. 10). Вони складаються з *клітинної, або плазматичної, мембрани*, яка оточує *цитоплазму*; мають одне, кілька або багато ядер. Іззовні плазматична мембрана оточена тоненькою пружною оболонкою – *глікокаліксом*. Він утворений молекулами вуглеводів, які можуть сполучатися з молекулами білків і ліпідів. *Ядро* – неодмінна складова переважної більшості клітин організмів. Воно регулює всі функції клітини і зберігає спадкову інформацію. Це своєрідний центр керування клітиною. *Цитоплазма* – це розчин органічних і неорганічних речовин, у



Мал. 10. Схематична будова клітини людини: 1 – глікокалікс; 2 – плазматична мембрана; 3 – цитоплазма; 4 – мітохондрія; 5 – ядро; 6 – лізосома. ***Завдання***. *Користуючись малюнком, назвіть основні функції складових клітини*

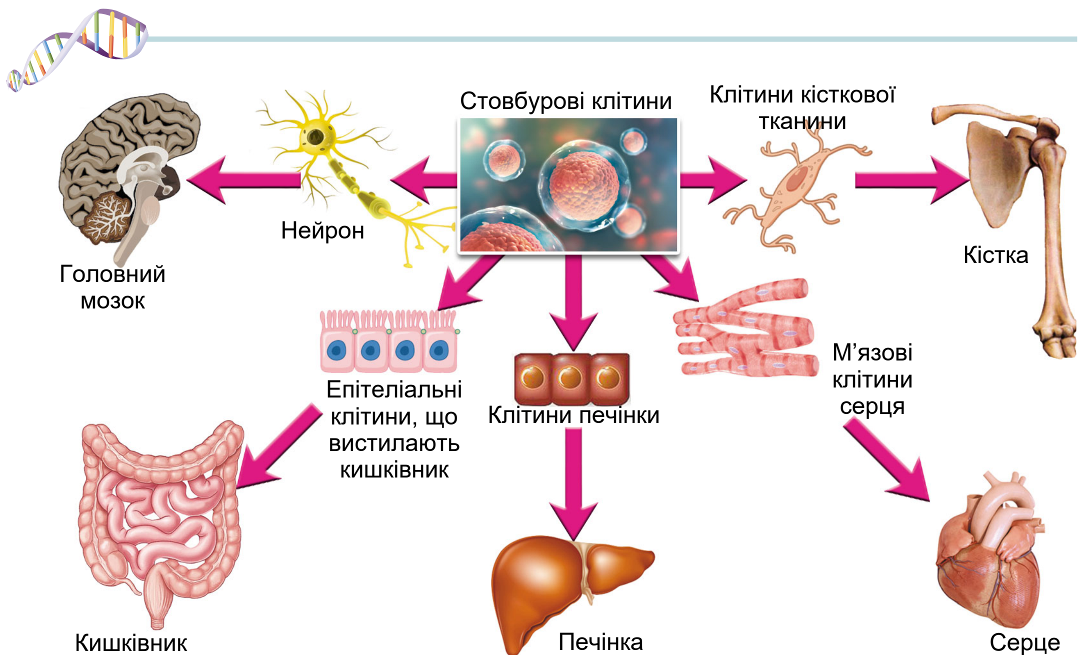
якому містяться органели. У цитоплазмі відбуваються різноманітні біохімічні процеси: утворення одних сполук і розщеплення інших. Там у вигляді включень можуть зберігатися запасні поживні речовини (*пригадайте, які запасні сполуки відкладаються у клітинах рослин і тварин*).

Органели – постійні клітинні структури певної будови, які забезпечують різні процеси її життєдіяльності. Обов'язковими органелами кожної клітини є *мітохондрії*. Їх ще називають «енергетичними станціями» клітини, оскільки там утворюються сполуки, які містять багато енергії.

Розглядаючи малюнок 10, пригадайте складові клітини, які ви вивчали у 6–7 класах. Зверніть увагу на органелу, позначену цифрою 6. Це ***лізосома*** (від грец. *лізіс* – розчинення та *сома* – тіло). Лізосоми забезпечують внутрішньоклітинне перетравлення поживних речовин. Вони містять травні ферменти, здатні розщеплювати різноманітні сполуки.

Хімічний склад клітин людини. У різних клітинах тіла людини виявлено понад 60 хімічних елементів. Ми вже згадували, що серед них переважають Гідроген (**H**), Оксиген (**O**), Карбон (**C**) і Нітроген (**N**). Їхнє співвідношення у клітині різне. Уміст **неорганічних речовин** у клітині становить 76,5 %, з них води – 75 %, мінеральних солей – 1,5 %. Вода є розчинником і середовищем для дифузії багатьох речовин. Вона забезпечує пружність (*тургор*) клітин. Отже, наявність води – обов'язкова умова активності клітини.

Уміст **органічних сполук** у клітинах у середньому становить 23,5 %, з них білків – 15 %, жирів – 4,5 %, вуглеводів – 2,5 %, нуклеїнових кислот – 1,5 %. *Білки* виконують різноманітні функції: входять до складу різних компонентів усіх клітин, прискорюють хімічні реакції в клітині, захищають клітини від хвороботворних мікроорганізмів і



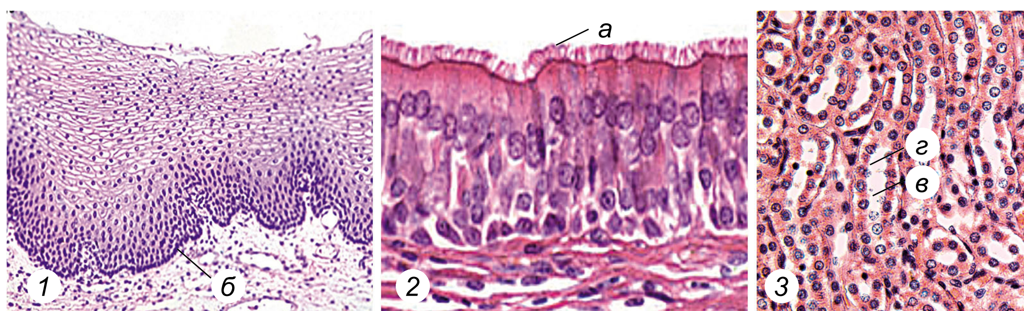
Мал. 11. Різні типи клітин організму людини походять із стовбурових клітин. ***Завдання.*** *Ознайомтеся з текстом параграфа і з допомогою вчительки/вчителя спробуйте визначити, як форма тих чи інших типів клітин пов'язана з їхніми функціями*

чужорідних тіл, переносять гази та інші речовини тощо. *Жири* – важливий енергетичний резерв в організмі. Також вони входять до складу мембран та інших частин клітин. *Вуглеводи* є основним джерелом енергії.

Отже, головні життєві властивості різних клітин такі самі, як і організму в цілому: обмін речовин і енергії, подразливість, розмноження, ріст і розвиток, саморегуляція та самооновлення (у процесі життєдіяльності клітини оновлюється її хімічний склад).

Різноманітність клітин в організмі людини. Організм людини складається з величезної кількості клітин. Ці клітини бувають різної форми: кулястої, дископодібної, кубічної, веретеноподібної, зірчастої. Різноманітні й розміри цих клітин: від 5–7 до 40 мкм (1 мкм – мільйонна частка метра). Тільки уявіть: в організмі дорослої людини налічують близько 230 типів клітин! Таке різноманіття клітин є наслідком здатності клітин до ***диференціації***. Будь-яка нестатева клітина нашого організму містить повний набір спадкової інформації про його будову. Але внаслідок того, що в одних клітинах реалізується лише певна частина спадкової інформації, а в інших клітинах – інша її частина, відбувається диференціація клітин – виникають ті чи інші типи клітин. Отже, внаслідок диференціації клітин кожен їхній тип набуває відповідної будови і здатності здійснювати певні функції, відмінні від клітин інших типів.

У нашому організмі, так само як і в організмі багатоклітинних тварин, є особливі клітини – ***стовбурові***. Це недиференційовані клітини, вони здатні ділитися і давати початок клітинам різних типів (мал. 11).



Мал. 12. Різні види епітелію: 1 – покривний багатошаровий; 2 – миготливий; 3 – залозистий (а – війки, б – базальна мембрана; в – протока залози; г – залозисті клітини)

Унаслідок такого поділу одна з дочірніх клітин залишається недиференційованою і зберігає здатність до подальшого поділу, інша – диференціюється. Завдяки стовбуровим клітинам постійно оновлюється клітинний склад нашого організму, відбуваються процеси росту, розвитку, регенерації.

Різноманітність тканин в організмі людини. Клітини певних типів формують різні типи тканин. До складу тканин тварин, так само як і людини, входять не тільки клітини, а й міжклітинна речовина – продукт виділення самих клітин.

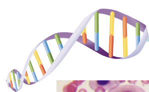


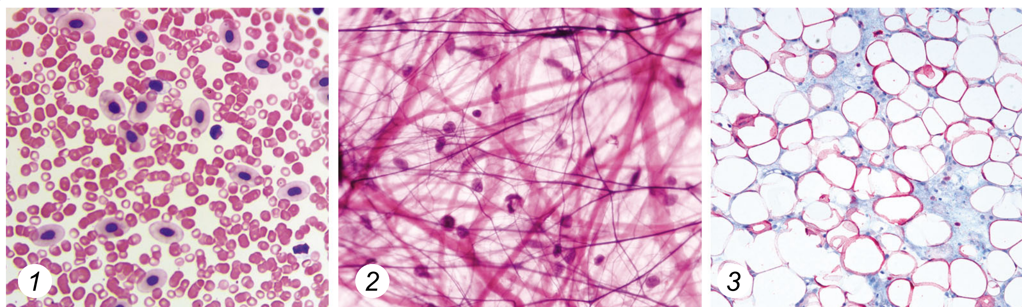
Тканина – це група клітин і міжклітинної речовини, об'єднаних загальною будовою, функціями і походженням.

В організмі людини розрізняють чотири групи тканин: епітеліальні тканини, тканини внутрішнього середовища, м'язові тканини та нервова тканина.

Епітеліальна тканина, або **епітелій,** складається з клітин, що щільно прилягають одна до одної. Характерною особливістю епітеліальної тканини є майже повна відсутність міжклітинної речовини й те, що під клітинами епітелію розташована тоненька *базальна мембрана*, яка їх підтримує. За своїми функціями виділяють покривний і залозистий епітелій.

Покривний епітелій (мал. 12, 1) вкриває зовнішню поверхню тіла, вистилає внутрішню поверхню порожнин (грудну, черевну, ротову, носову), органів травлення, дихальних шляхів (миготливий епітелій (мал. 12, 2)), вивідних проток видільної системи та кровоносних судин. Покривний епітелій захищає тканини, що розташовані глибше, а також регулює їхній обмін речовинами із зовнішнім та внутрішнім середовищем (наприклад, газообмін, видалення продуктів обміну, всмоктування поживних речовин у кишківнику та ін.). ***Залозистий епітелій*** (мал. 12, 3) входить до складу залоз і виконує *секреторну функцію*, синтезуючи потрібні організму речовини – *секрети*. Отже, під *секрецією* розуміють процес утворення та виділення клітиною або залозою будь-яких речовин (слиз, гормони, травні ферменти тощо). Епітеліальній тканині властива висока здатність до відновлення (регенерації).





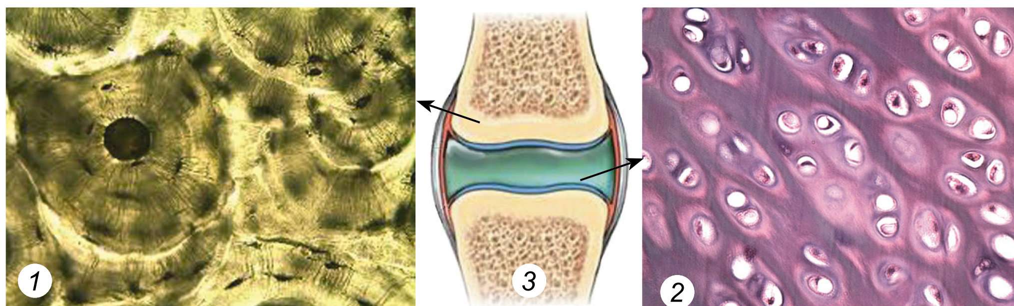
Мал. 13. Тканини внутрішнього середовища: 1 – кров; 2 – волокниста сполучна; 3 – жирова

Тканини внутрішнього середовища входять до складу різних органів. Свою назву вони дістали тому, що створюють внутрішнє середовище організму. Ці тканини виконують різноманітні функції: підтримання сталості внутрішнього середовища організму, захисну, живильну, транспортну, опорну, запасання поживних речовин тощо. Спільним для них є наявність добре розвиненої міжклітинної речовини. До тканин внутрішнього середовища відносять кров, лімфу, сполучні та скелетні тканини.

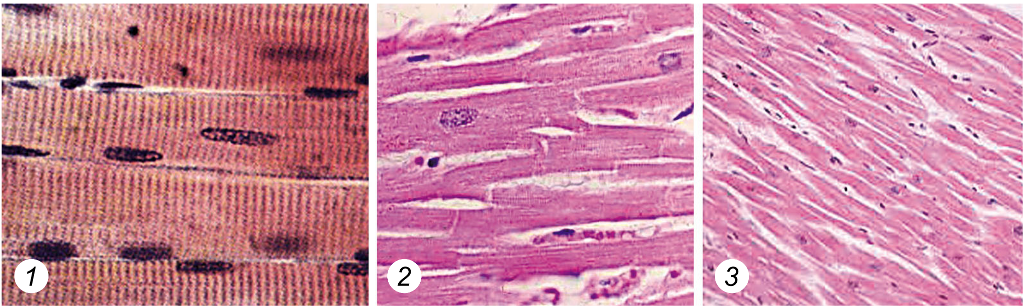
Кров і ***лімфа*** забезпечують транспорт поживних речовин, продуктів обміну речовин, газів, біологічно активних речовин, а також захисні реакції. Для них характерна наявність рідкої міжклітинної речовини – *плазми* та завислих у ній клітин (мал. 13, 1).

Сполучні тканини формують основу органів, забезпечують їхнє живлення тощо. Їхня міжклітинна речовина має різний склад, однак ніколи не буває рідкою. *Пухка сполучна тканина* присутня в усіх органах. Вона містить невелику кількість безладно розміщених волоконець. *Волокниста сполучна тканина* (мал. 13, 2) містить велику кількість щільно розташованих волоконець (сухожилля, зв'язки та ін.). *Жирова тканина* (мал. 13, 3) розміщена під шкірою та навколо деяких органів, захищаючи їх від механічних пошкоджень. У жировій тканині відкладається жир, що є запасною поживною речовиною.

До ***скелетних тканин*** належать кісткова (мал. 14, 1) та хрящова (мал. 14, 2). Вони складають основу опорно-рухової системи людини.



Мал. 14. Скелетні тканини: 1 – кісткова; 2 – хрящова; 3 – кісткова та хрящова тканини у складі суглоба



Мал. 15. М'язова тканина: 1 – посмугована скелетна; 2 – посмугована серцева; 3 – непосмугована

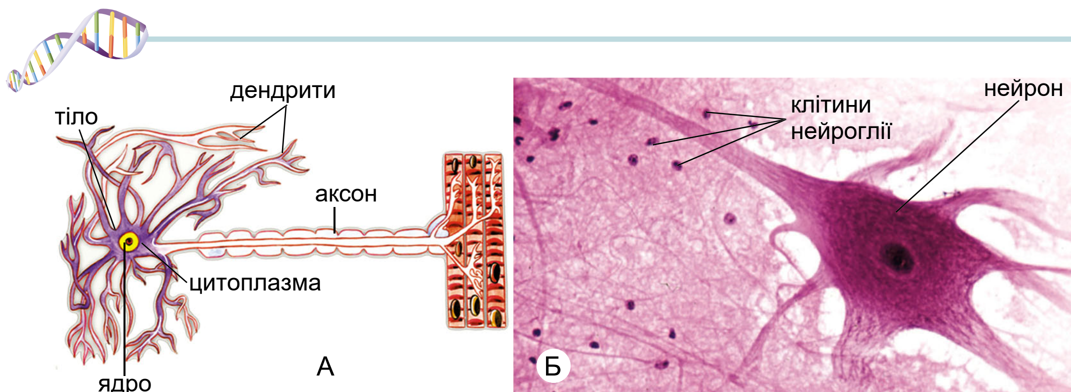
Кістковій тканині міцності надають мінеральні солі. Переважно з неї побудований скелет дорослої людини. *Хрящова тканина* має міжклітинну речовину з органічних речовин, що надає їй еластичності. Із цієї тканини в зародка формується зачаток скелета. Згодом хрящова тканина заміщається кістковою і лише між хребцями залишаються хрящові диски. Хрящова тканина також входить до складу вушних раковин, гортані, сухожиль і зв'язок, вкриває суглобові поверхні кісток.

М'язові тканини входять до складу опорно-рухової системи та стінок більшості внутрішніх органів. М'язи є також у шкірі. Вони здатні скорочуватись у відповідь на нервовий імпульс. Це забезпечує рухи тіла та окремих його частин, а також підтримання певної пози, зміну діаметра зіниці тощо. Розрізняють посмуговану (поперечносмугасту) та непосмуговану (гладеньку) м'язові тканини.

Посмуговану м'язову тканину поділяють на скелетну та серцеву. *Скелетна м'язова тканина* (мал. 15, 1) утворює м'язи, що забезпечують рухи та сполучаються з кістками, а також м'язи язика, глотки, гортані, верхньої частини стравоходу, діафрагми. *Серцевий м'яз* (мал. 15, 2) – це особлива посмугована м'язова тканина, що входить до складу стінки серця й забезпечує його скорочення. ***Непосмугована м'язова тканина*** (мал. 15, 3) забезпечує скорочення стінок внутрішніх органів: кишківника, сечового та жовчного міхура, кровоносних судин тощо.

Нервова тканина складається з нервових клітин – нейронів – і клітин, що їх оточують, – нейроглії. ***Нейрони*** здатні сприймати подразники (сигнали), переробляти їх у нервові імпульси та проводити їх до інших нейронів або певних органів. Кожен нейрон складається з тіла та відростків (мал. 16. А). У тілі розташоване ядро та органели. Відростки можуть бути двох типів. Довгий, розгалужений на верхівці відросток має назву *аксон*. Його функція – проведення нервового збудження від тіла нервової клітини до інших нейронів або робочих органів. Переважно короткі, деревоподібно розгалужені відростки нейрона називають *дендритами* (від грец. *дендрон* – дерево). По них нервове збудження проводиться до тіла нейрона.

Клітини ***нейроглії*** (мал. 16. Б), на відміну від нейронів, не проводять нервових імпульсів. Вони виконують різноманітні функції: живильну, секреторну, опорну, захисну, відновлювальну тощо. Части-



Мал. 16. А. Будова нейрона. Б. Нервова тканина

на з них утворює ізолюючі оболонки навколо відростків нейронів і забезпечує проведення нервових імпульсів певними, чітко визначеними шляхами. Нервова тканина входить до складу головного і спинного мозку, утворює нервові вузли і нерви. Завдяки таким властивостям, як збудливість і провідність, вона забезпечує регуляцію діяльності різних систем органів, функцій цілісного організму та зв'язок організму із зовнішнім середовищем.



Лабораторне дослідження

Ознайомлення з препаратами тканин людини

Обладнання, матеріали та об'єкти дослідження: мікроскопи, таблиця мікроскопічної будови тканин, мікропрепарати епітеліальної і нервової тканин, а також тканин внутрішнього середовища.

1. Повторіть правила роботи зі світловим мікроскопом та мікропрепаратами.
2. Розгляньте під мікроскопом готові мікропрепарати епітеліальної тканини. Зверніть увагу на особливості її будови: форму клітин, розміщення в тканині, наявність міжклітинної речовини, базальної мембрани.
3. Розгляньте мікропрепарати тканин внутрішнього середовища (крові, сполучної тканини), виявіть їхні характерні особливості. Зверніть увагу на розміщення міжклітинної речовини в тканині.
4. Розгляньте мікропрепарат нервової тканини, зазначте її особливості.

***Ключові терміни і поняття*: лізосоми, нейрон, нейроглія, дендрити, аксон.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які функції лізосом у клітині? 2. Яка роль неорганічних та органічних речовин у клітині? 3. Які функції епітеліальних тканин? 4. Які тканини внутрішнього середовища ви знаєте? Які їхні функції? 5. Які тканини належать до скелетних? Які їхні функції? 6. Які ви знаєте м'язові тканини? 7. У чому полягають особливості будови і функцій нервової тканини? Який її склад?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть тканину, яка є складовою верхнього шару шкіри: а) епітеліальна; б) сполучна; в) м'язова; г) нервова.
2. Виберіть тканину, якій властиві збудливість і провідність: а) епітеліальна; б) сполучна; в) скелетна; г) нервова.

3. Укажіть тканини, які переважають у складі опорно-рухової системи: а) м'язові та сполучні; б) кісткова та м'язова; в) епітеліальна та нервова; г) епітеліальна та сполучна.

Обговоріть у групах. Органи людини зазвичай складаються з різних типів тканин. Назвіть органи, у яких переважає певний тип тканин.

Поміркуйте. Людина належить до еукаріотів, тобто організмів, клітини яких мають ядра. Разом з тим в організмі людини трапляються деякі види клітин (як-от, еритроцити), позбавлені ядер. Чим можна пояснити це явище? Пригадайте клітини рослин, які також позбавлені ядер.

Творче завдання. Порівняйте функції і будову тканин організму людини з функціями і будовою тканин рослин. Виявіть тканини людини і рослин, які виконують подібні функції. Відповідь оформте у вигляді таблиці.

§4. ОРГАНИ, ФІЗІОЛОГІЧНІ ТА РЕГУЛЯТОРНІ СИСТЕМИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

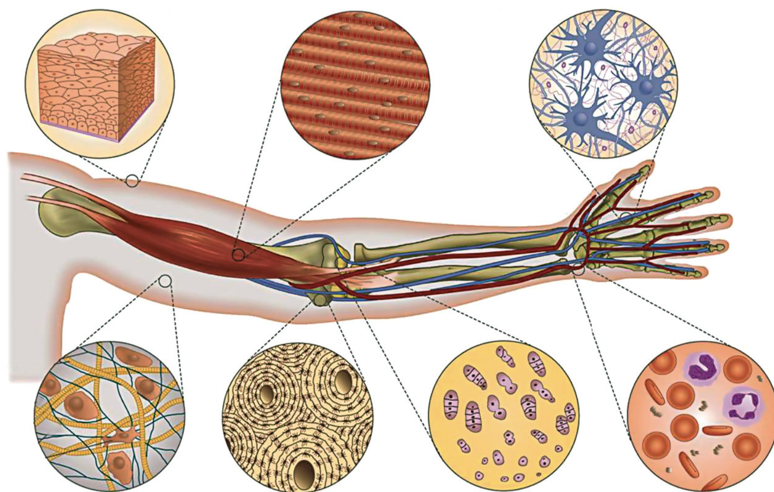
Пригадайте, які органи і системи органів є у представників різних груп хребетних тварин.

Що таке орган? Ви вже знаєте про величезне різноманіття клітин в організмі людини, які утворюють чотири типи тканин (*пригадайте які*). Різні тканини, у свою чергу, утворюють різноманітні органи.



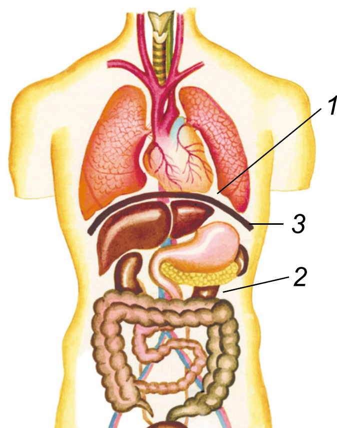
Орган **– це частина тіла, яка має певну форму і будову, займає певне положення, виконує одну або декілька фізіологічних функцій.**

До складу певного органа входять різні види тканин (мал. 17). Так, до складу серця входять м'язова, сполучна, епітеліальна тканини. Однак у певному органі зазвичай переважає одна тканина, що визна-



Мал. 17. Різні типи тканин, які входять до складу руки. ***Завдання.*** *Користуючись матеріалом попереднього параграфа, назвіть тканини, які зображено на малюнку*





Мал. 18. Порожнини тіла людини: 1 – грудна; 2 – черевна; 3 – діафрагма, що розділяє грудну та черевну порожнини. ***Завдання.*** *Користуючись знаннями з курсу біології 7 класу, спробуйте визначити органи, розміщені в грудній та черевній порожнинах*

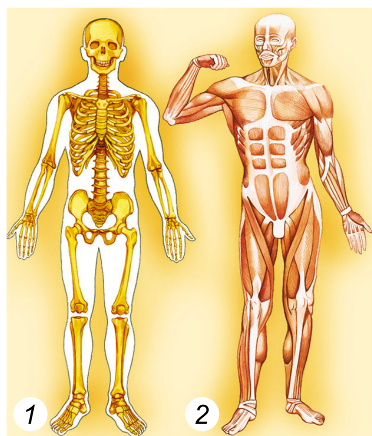
чає його основну функцію. Наприклад, у серці такою тканиною є серцевий м'яз, у мозку – нервова тканина, у залозах – залозистий епітелій.

Органи спеціалізуються на виконанні певних функцій, потрібних для забезпечення життєдіяльності організму. Приміром, серце виконує функцію насоса, що безперервно перекачує в організмі кров; нирки – функцію виділення з організму кінцевих продуктів обміну речовин; печінка бере участь у процесах травлення, обміну речовин, у знешкодженні токсичних сполук тощо.

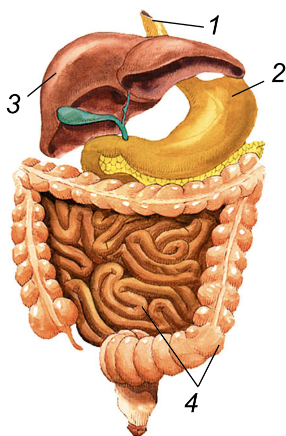
Органи, що містяться в порожнинах тіла, називають **внутрішніми**. В організмі людини є плоский м'яз – ***діафрагма***, що відокремлює порожнини тіла: грудну від черевної. Тож частина внутрішніх органів розміщена у грудній порожнині, частина – у черевній (мал. 18).

Фізіологічні системи організму людини. Органи, які виконують спільні функції, об'єднуються в **системи органів**. Їх ще називають ***фізіологічними системами***. Зокрема, шкіра та слизові оболонки утворюють ***систему покривів тіла***. Вона захищає організм від шкідливих зовнішніх впливів і забезпечує контакти з навколишнім середовищем.

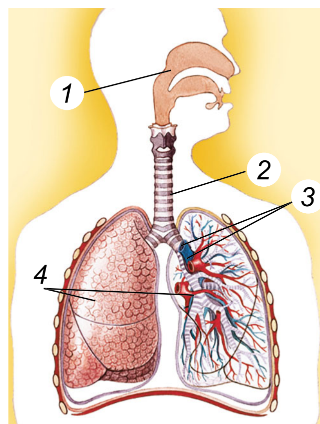
Опорно-рухову систему складають скелет і м'язи, завдяки яким наше тіло підтримується в певному положенні (мал. 19). Ми також можемо здійснювати різноманітні рухи та пересуватися в просторі (ходити, бігати, стрибати, лазити тощо).



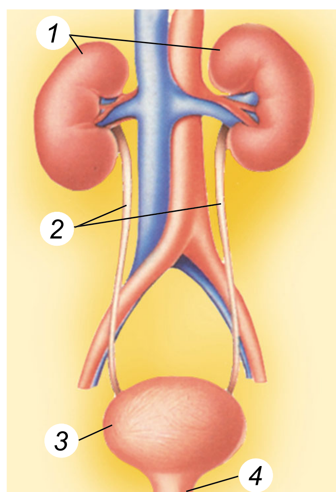
Мал. 19. Опорно-рухова система людини: 1 – скелет; 2 – м'язи



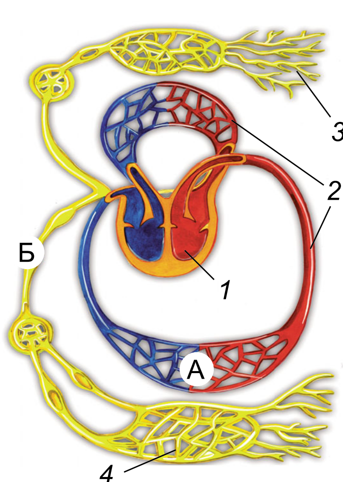
Мал. 20. Травна система людини: 1 – стравохід; 2 – шлунок; 3 – печінка; 4 – кишківник



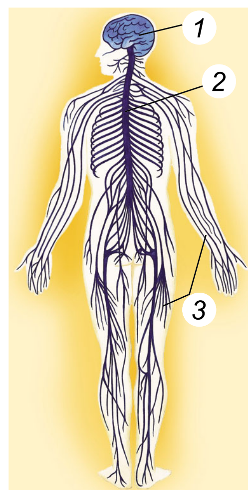
Мал. 21. Дихальна система людини: 1 – носоглотка; 2 – трахея; 3 – бронхи; 4 – легені



Мал. 22. Видільна система людини: 1 – нирки; 2 – сечоводи; 3 – сечовий міхур; 4 – сечівник



Мал. 23. А. Кровоносна система: 1 – серце; 2 – кровоносні судини. Б. Лімфатична система: 3 – лімфатичні судини; 4 – лімфатичні вузли



Мал. 24. Нервова система людини: 1 – головний мозок; 2 – спинний мозок; 3 – нерви

Органи ***травної системи*** забезпечують процеси надходження, механічного та хімічного оброблення їжі, всмоктування поживних речовин у кров і лімфу, виведення назовні неперетравлених решток. У її складі: стравохід, шлунок, печінка, кишківник (мал. 20).

Важливу функцію газообміну здійснює ***дихальна система*** (мал. 21). Завдяки надходженню кисню в організм окиснюються органічні речовини і вивільняється енергія, потрібна для забезпечення процесів життєдіяльності. Дихальна система також забезпечує виведення з організму вуглекислого газу, що утворився у процесі окиснення органічних речовин. У складі дихальної системи: носова порожнина, носоглотка, трахея, бронхи і легені.

Кінцеві продукти обміну речовин, непотрібні або шкідливі для організму, видаляють органи ***видільної системи*** (мал. 22). Вона складається з нирок, сечоводів, сечового міхура і сечівника.

Серцево-судинна (кровоносна) і ***лімфатична системи*** (мал. 23) транспортують по організму поживні речовини, продукти обміну, кисень і вуглекислий газ, біологічно активні сполуки, а також беруть участь у захисних реакціях організму. Кровоносна система складається із серця і кровоносних судин, а лімфатична – з лімфатичних судин і лімфатичних вузлів.

Нервова система (мал. 24) сприймає впливи зовнішнього і зміни внутрішнього середовища, аналізує цю інформацію і відповідно змінює діяльність органів або систем органів. Ці зміни спрямовано на забезпечення нормальної діяльності організму, його функціональної єдності. Нервова система складається з головного та спинного мозку і нервів.

Сенсорні системи сприймають, аналізують і переробляють інформацію про зміни навколишнього середовища та внутрішнього стану



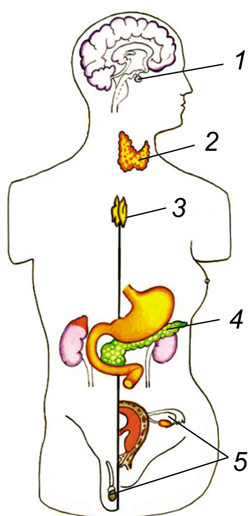


Мал. 25. Органи чуття – складові сенсорних систем: 1 – око (зорової); 2 – вухо (слухової); 3 – язик (смакової); 4 – ніс (нюхової); 5 – шкіра (шкірна чутливість)

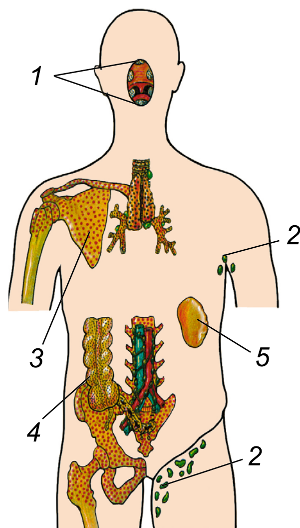
організму й забезпечують зв'язок організму із зовнішнім середовищем. Розрізняють такі основні сенсорні системи: *зорову, слухову, смакову, нюхову, дотикову, рівноваги* (мал. 25).

Основу ***ендокринної системи*** (мал. 26) становлять залози, кожна з яких виробляє і виділяє в кров особливі біологічно активні речовини – ***гормони***. Ці речовини беруть участь у регуляції усіх функцій організму, у координації діяльності окремих органів і організму в цілому. До складу ендокринної системи входять, наприклад, такі залози: гіпофіз, щитоподібна, вилочкова, підшлункова, статеві та інші залози. Виробляти гормони можуть і клітини, які не входять до складу ендокринних залоз. Такі клітини є у будь-якій тканині.

Імунна система (мал. 27) постійно реагує на надходження чужорідних для організму хімічних речовин і чужорідних організмів, серед



Мал. 26. Ендокринна система людини: 1 – гіпофіз; 2 – щитоподібна залоза; 3 – вилочкова залоза; 4 – підшлункова залоза; 5 – статеві залози



Мал. 27. Імунна система людини: 1 – мигдалики; 2 – лімфатичні вузли; 3 – червоний кістковий мозок; 4 – кишківник; 5 – селезінка

яких є й хвороботворні. Потрапляння їх в організм запускає захисні реакції, у результаті яких чужорідні організми чи речовини розпізнаються та знешкоджуються специфічними білками або певними клітинами. До складу імунної системи входять мигдалики, лімфатичні вузли, червоний кістковий мозок та інші структури організму.

Статева система слугує для розмноження людини.

Регуляторні системи організму людини. В організмі людини діяльність окремих органів і фізіологічних систем і процесів постійно регулюється. Зокрема, за потреби їхня діяльність посилюється або послаблюється; узгоджується дія органів з різних фізіологічних систем. Це забезпечують ***регуляторні системи*** – нервова, ендокринна та імунна. Узгоджена діяльність регуляторних систем спрямована на підтримання необхідної умови функціонування будь-якого організму – гомеостазу.



Гомеостаз **– відносна сталість складу та властивостей внутрішнього середовища організму.**

Оскільки сталість внутрішнього середовища може порушуватися, певні динамічні процеси безперервно відновлюють гомеостаз.

Регуляція функцій організму за допомогою біологічно активних речовин (гормонів та ін.) дістала назву **гуморальної**. Гормони (які виробляють ендокринні залози) та нейрогормони (їх виробляють особливі нервові клітини) до всіх частин організму переносять рідини внутрішнього середовища (кров, лімфа, тканинна рідина). Гормони в дуже незначних кількостях здатні істотно змінювати інтенсивність і напрямок перебігу фізіологічних процесів, забезпечувати ріст і розвиток організму.



Регуляція **– здатність живих істот підтримувати перебіг певних фізіологічних процесів і діяльності цілісного організму залежно від умов зовнішнього та внутрішнього середовища.**

Регуляцію функцій організму за допомогою нервової системи називають **нервовою**. Діяльність нервової системи базується на рефлекторному принципі.

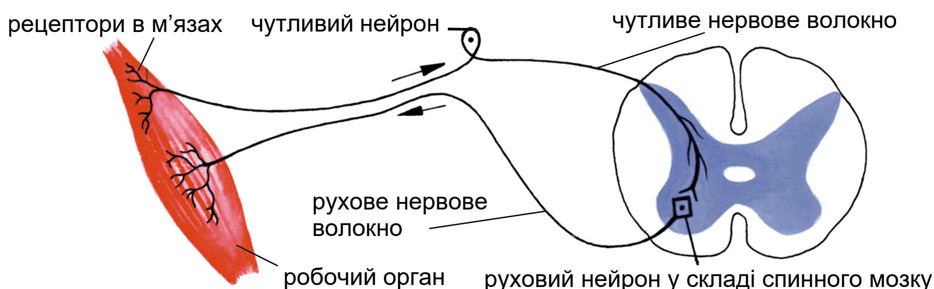


Рефлекс **– реакція організму у відповідь на подразнення, що відбувається за участі нервової системи і під її контролем. Сукупність структур нервової системи, які беруть участь у здійсненні рефлексу, називають *рефлекторною дугою*.**

До складу рефлекторної дуги входять:

- рецептор, який сприймає подразнення;
- чутливе нервове волокно, яким збудження передається до центральної частини нервової системи;
- нервовий центр, де відбувається аналіз отриманої інформації;
- рухове нервове волокно, яким нервові імпульси надходять до відповідних робочих органів, що виконують відповідну функцію (мал. 28).





Мал. 28. Приклад рефлекторної дуги

Завдяки відросткам нейронів рефлекторні дуги мають різноманітні зв'язки з різними відділами нервової системи.

Нервова регуляція, на відміну від гуморальної, відбувається швидко (за частки секунди), короткочасно й точно адресована певному органу. Нервова система тісно взаємодіє з ендокринною і складає з нею єдину систему нейрогуморальної регуляції функцій.



Нейрогуморальна регуляція **— одна з форм регуляції в організмі людини і тварин, за якої нервові імпульси та біологічно активні речовини (як-от гормони), що переносяться кров'ю та лімфою, беруть спільну участь у єдиному регуляторному процесі.**

У регуляції функцій організму важливу роль відіграє також імунна система. Вона забезпечує імунітет.



Імунітет **— захист організму від генетично чужорідних організмів і речовин.**

Крім захисту організму, імунна система регулює майже всі фізіологічні функції: виділяє гормони, що сприяють розвитку нервової системи та утворенню клітин крові, розширюють судини під час алергічних реакцій тощо

Що таке функціональна система? Для забезпечення певної життєвої функції органи різних систем можуть тимчасово об'єднуватись, утворюючи функціональну систему. Наприклад, під час бігу водночас працюють опорно-рухова, кровоносна, дихальна та нервова системи, які на цей час діють як одне ціле. Надходження кисню до клітин і виведення з них вуглекислого газу здійснюється завдяки спільній роботі систем дихання, кровообігу та механізмам їхньої регуляції (мал. 29).



Функціональна система **– це тимчасове взаємоузгоджене об'єднання діяльності різних органів або фізіологічних систем, спрямоване на досягнення корисного для організму результату.**

Ключові терміни і поняття: **фізіологічна та функціональна системи, нервова та гуморальна регуляція, рефлекс, рефлекторна дуга.**



Мал. 29. Приклад функціональної системи. ***Завдання.*** *Перелічіть зображені на схемі фізіологічні системи та органи, які беруть участь у виконанні складних хореографічних вправ. Поміркуйте, як вони взаємопов'язані між собою*

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які органи належать до внутрішніх? 2. Що таке фізіологічні системи? 3. Які фізіологічні системи людини ви знаєте? Які їхні функції? 4. Які є регуляторні системи організму? 5. Чим відрізняються гуморальна й нервова регуляція? 6. Що таке функціональні системи? Наведіть приклади.

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть одну з функцій, які виконує опорно-рухова система: а) захист внутрішніх органів; б) секреторна; в) транспортна; г) гуморальна.

2. Укажіть основну функцію, яку виконує кровоносна система: а) транспортна; б) секреторна; в) рефлекторна; г) видільна.

Обговоріть у групах. Порівняйте фізіологічні системи людини і тварин різних груп.

Поміркуйте. Що є спільного та відмінного між фізіологічною і функціональною системами?



Тема 2

ОПОРА І РУХ

Що означає вислів «Рух – це життя»? Який зв'язок між будовою та функціями різних частин опорно-рухової системи? Як зберегти скелет здоровим? Як правильно надавати першу допомогу в разі ушкодження органів опорно-рухової системи і яке це має значення?

§5. ЗНАЧЕННЯ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ. ЇЇ БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ

Пригадайте, що таке зовнішній і внутрішній скелет у тварин. Які особливості будови опорно-рухової системи у ссавців? Які є різновиди м'язової тканини?

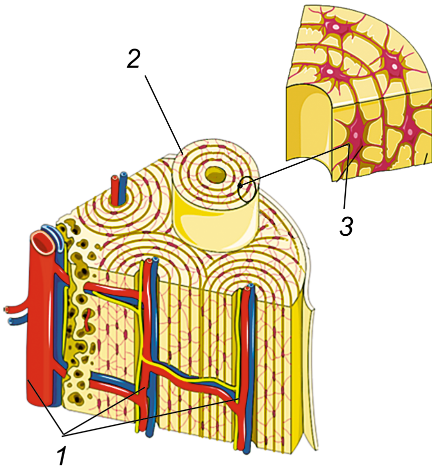
Яке значення опорно-рухової системи людини? Опорно-рухова система людини складається з пасивної та активної частин. Її пасивна частина – це внутрішній скелет (як і у всіх хребетних тварин), активна – скелетна мускулатура. Вони функціонують як єдине ціле.

Уже в назві опорно-рухової системи визначено дві її основні функції: **створення опори для різних органів і систем органів** та **забезпечення рухів усього тіла та окремих його частин**. Система сполучених між собою кісток і м'язів підтримує тіло людини у вертикальному положенні. Крім того, окремі частини скелета забезпечують певне положення внутрішніх органів. М'язи завдяки своїм скороченням і розслабленням забезпечують рухи різних частин скелета: кінцівок, нижньої щелепи, ребер та ін. Кістки при цьому виконують роль важелів, які приводять у рух прикріплені до них м'язи. Відповідно рухаються різні частини нашого тіла; воно пересувається у просторі (ходіння, біг, плавання). Опорно-рухова система ***визначає форму і розміри нашого тіла***.

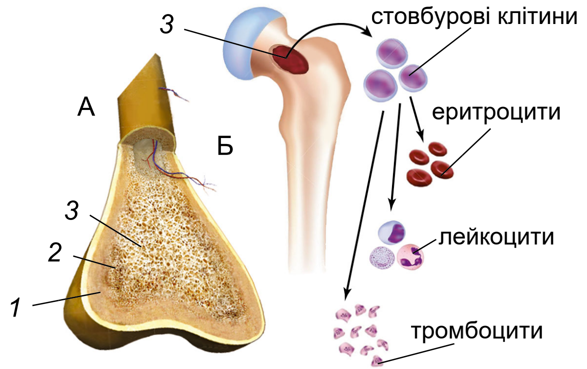
Ще одна функція опорно-рухової системи – ***захисна***. Скелет у цілому та окремі його частини захищають внутрішні органи від механічних ушкоджень. Наприклад, кістки черепа захищають головний мозок, дуги хребців – спинний мозок, кістки грудної клітки – легені та серце. М'язи черевного преса захищають органи черевної порожнини (шлунок, кишківник, печінку тощо) від струсів, ударів тощо.

Важлива роль кісток скелета у ***процесах кровотворення***. Червоний кістковий мозок – м'яка тканина, розміщена в порожнині кісток – бере участь в утворенні клітин крові.

Опорно-рухова система бере участь в обміні речовин. У кістках відкладаються неорганічні солі (переважно карбонати та ортофосфати кальцію) та деякі інші мікроелементи. Вони можуть вивільнятись і з током крові потрапляти до тих органів, де в них є потреба. У скелетних



Мал. 30. Будова кісткової тканини: 1 – кровоносні судини; 2 – остеон; 3 – остеоцит



Мал. 31. А. Компактна (1) і губчаста (2) речовина кістки; червоний кістковий мозок (3). Б. Роль червоного кісткового мозку в процесах кровотворення

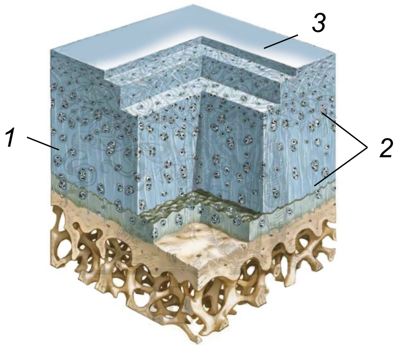
м'язах відбувається обмін вуглеводів. Так, у м'язах відкладається глікоген. За потреби він розщеплюється до глюкози, яка є основним джерелом енергії в організмі. З кров'ю глюкоза транспортується до різних тканин та органів, де розщеплюється з виділенням енергії. Таким чином, у м'язах хімічна енергія, накопичена у глюкозі, перетворюється на інші форми: механічну (скорочення м'язів) та теплову (тепло, що звільняється, слугує для підтримання сталої температури тіла).

З яких тканин складаються органи опорно-рухової системи людини? **Скелет** – це сукупність з'єднаних між собою кісток і хрящів. Отже, основу скелета людини складають кісткова та хрящова тканини. Якщо подивитись на поперечний зріз кістки через лупу, то можна побачити структурні елементи скелетної тканини, які здебільшого мають вигляд пластинок і перекладин. Більшість кісток скелета людини (за винятком покривних кісток черепа) має у своєму складі тонкі кісткові пластинки, які складаються з невеликої кількості клітин – ***остеоцитів***, які ніби вмуровані в щільній міжклітинній речовині (мал. 30).

Залежно від будови виділяють кістки компактні та губчасті. Основу ***компактних кісток*** становить кісткова речовина з невеликими порожнинами. У такій компактній кістковій речовині пластинки розташовані щільно, у певному порядку, утворюючи структурні одиниці – ***остеони***. Їхній діаметр становить 0,3-0,4 мм. Кожен остеон побудований зі вставлених одна в одну пластинок циліндричної форми, яких налічують від 5 до 20. У центрі кожного остеона є канал, де проходять кровоносні судини (мал. 30). Між сусідніми остеонами розташовуються вставні пластинки.

В основі ***губчастих кісток*** перехрещені кісткові пластинки і перекладини розміщені не щільно і менш упорядковано. Тому губчаста речовина, на відміну від компактної, має комірчасту будову і нагадує сітку (мал. 31). В утворених комірках є порожнини, заповнені *червоним кістковим мозком* (*пригадаємо*: у червоному кістковому мозку утворюються клітини крові; мал. 31, 3).





Мал. 32. Будова хряща: 1 – хрящова тканина; 2 – хондроцити; 3 – охрястя

Зовні губчасті кістки вкриті компактною речовиною. *Компактна речовина* вирізняється твердістю й утворює зовнішній шар кістки. *Губчаста речовина* складається з пластинок, що переплітаються в різних напрямках, утворюючи систему порожнин та отворів. Поєднання в кістках компактної та губчастої речовини надає їм великої міцності під час стискання і розтягання.

Хрящова тканина складається з клітин та органічної міжклітинної речовини, яка визначає її міцність і пружність (мал. 32). Вона не містить кровоносних судин. Клітини хрящової тканини – ***хондроцити*** – кулястої чи овальної форми, часто з відростками, здатні до поділу.

Хрящі оточені оболонкою – ***охрястям***, клітини якої виділяють білок колаген. Колагенові волоконця утворюють зовнішній шар охрястя, де проходять кровоносні судини і нерви. За рахунок охрястя можлива регенерація хрящової тканини.

Вивчимо будову кісткової, хрящової та м'язової тканин під час виконання лабораторного дослідження.



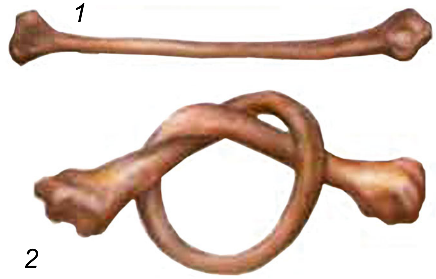
Лабораторне дослідження мікроскопічної будови кісткової, хрящової та м'язової тканин

Обладнання та об'єкти дослідження: мікроскопи, мікропрепарати кісткової, хрящової, м'язових тканин: посмугованих (скелетної, серцевого м'яза) і непосмугованої.

1. Розгляньте під мікроскопом мікропрепарат кісткової тканини. Замалюйте побачене. Позначте особливості будови кісткової тканини, які забезпечують виконання її функцій.
2. Розгляньте під мікроскопом мікропрепарат хрящової тканини. Замалюйте побачене. Позначте особливості будови хрящової тканини, які забезпечують виконання її функцій.
3. Порівняйте особливості будови та функції кісткової та хрящової тканин.
4. Розгляньте під мікроскопом мікропрепарати посмугованих і непосмугованої м'язових тканин. Порівняйте побачене.
5. Позначте особливості будови скелетної м'язової тканини, які забезпечують виконання її функцій.

Який хімічний склад кісток? Кістки складаються з неорганічних та органічних речовин. Органічні речовини, передусім білки (колаген), надають кісткам гнучкості та пружності. Переконатись у цьому можна, провівши нескладний дослід. Якщо на 20–24 год покласти кістку в 10 %-й розчин хлоридної кислоти, то її неорганічні речовини поступово розчиняться, залишаться лише органічні сполуки. Оброблена в такий спосіб кістка стає такою гнучкою, що її можна зав'язати у вузол (мал. 33).

Неорганічні сполуки (переважно Кальцію) надають їй твердості. Так, якщо тривалий час нагрівати кістку на вогні, органічні речовини згоряють, а вода випаровується. Навіть за незначних струсів така кістка розсипається на дрібні частки.



Мал. 33. Звичайна кістка (1) та кістка з видаленими неорганічними речовинами (2)



З віком співвідношення органічних і неорганічних речовин у кістках змінюється. У дітей у складі кісток переважають органічні речовини. Їхні кістки гнучкі й пружні, але за надмірних навантажень або недотримання гігієнічних вимог (наприклад, у разі неправильної постави тіла під час сидіння за партою) вони можуть викривитись. Проте у дітей переломи кісток трапляються рідше, ніж у літніх людей. З віком уміст неорганічних речовин у кістках зростає. Тому кістки дорослих людей стають міцнішими, але більш крихкими, частіше ламаються, а зламані кістки гірше зростаються.

Цікаво знати

Кістки людини здатні витримувати навантаження на одиницю поверхні у 2,5 раза більші, ніж граніт, і майже у 30 разів більші, ніж цегла. Так, стегнова кістка людини у вертикальному положенні може витримати навантаження 1,5 т. За своєю твердістю та пружністю кістки не поступаються бетону.

Ключові терміни і поняття: **остеон, остеоцити, хондроцити, охрястя, колаген, губчаста та компактна речовина.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення опорно-рухової системи людини? 2. Які особливості будови кісткової тканини? 3. Що надає кісткам твердості й міцності? 4. Яку речовину кісток називають компактною, а яку – губчастою? 5. Який хімічний склад кісток? 6. Яку роль у кістках виконують органічні та неорганічні сполуки? 7. Що собою становить хрящова тканина?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть складову опорно-рухової системи людини, яка бере участь у процесах кровотворення: а) окістя; б) охрястя; в) червоний кістковий мозок; г) остеон.

2. Укажіть назву клітин кісткової тканини: а) хондроцити; б) лейкоцити; в) остеоцити; г) тромбоцити.

3. Укажіть складову кістки, у якій міститься червоний кістковий мозок: а) порожнини остеонів; б) компактна речовина; в) губчаста речовина; г) хрящові прошарки.

Обговоріть у групах. Яке значення системи органів опори та руху?

Поміркуйте. Що спільного та відмінного в будові, властивостях і функціях губчастої та компактної речовини кісток?



§6. ТИПИ КІСТОК СКЕЛЕТА ЛЮДИНИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХНЬОГО З'ЄДНАННЯ

Пригадайте особливості будови кісткової тканини.

На які групи поділяють кістки скелета людини залежно від їхньої форми та функцій? Скелет людини складається більш як із 200 різних кісток. За формою, розміром та функціями їх ділять на трубчасті (довгі і короткі), губчасті (довгі та короткі), плоскі та змішані.

Трубчасті довгі кістки складають основу кінцівок і виконують функцію важелів, які рухають м'язи. У них розрізняють видовжену середню частину – тіло – та два розширені кінці – головки (мал. 34).

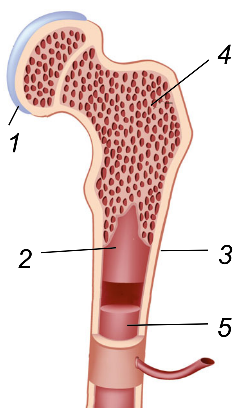
Головки трубчастих кісток (стегнової, плечової тощо) вкриті компактною речовиною, під якою міститься губчаста. Тіло трубчастих кісток має порожнину, заповнену *жовтим кістковим мозком* – багатою на жир пухкою сполучною тканиною (мал. 34). За певних умов цей жир використовується для енергетичних потреб. Трубчаста будова довгих кісток забезпечує їхню міцність і легкість.

У тілі трубчастих кісток переважає компактна речовина. Між головками та тілом довгих трубчастих кісток є хрящові пластинки. Їхні клітини здатні до поділу, завдяки чому кістки ростуть у довжину. Згодом у клітинах хрящових пластинок відкладаються мінеральні солі і вони втрачають здатність до поділу. Так кісткова тканина заміщує хрящову. Під впливом навантажень кісткова тканина здатна перебудовуватися. Що більше та триваліше навантаження на кістки, то активніше оновлюється в них кісткова тканина і вона міцнішає.

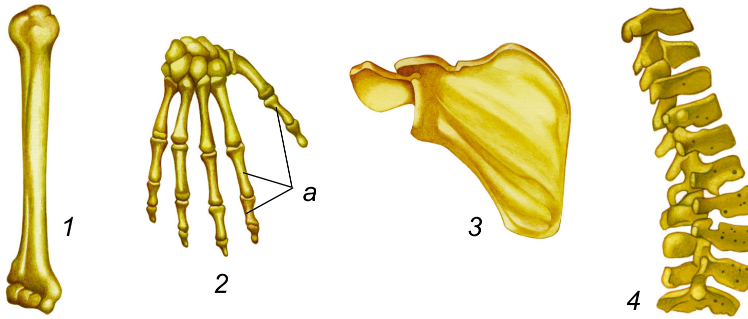
У трубчастих довгих кісток довжина значно переважає товщину. Це, наприклад, кістки кінцівок: плеча, передпліччя, стегна, гомілки. ***Трубчасті короткі кістки*** містяться в тих частинах скелета, де вони повинні одночасно зберігати високу рухливість і витримувати велике навантаження. Це, наприклад, фаланги пальців, кістки плесна, п'ястка, які входять до складу скелета верхніх і нижніх кінцівок (мал. 35).

Ззовні кістка, за винятком суглобових поверхонь, укрита оболонкою – ***окістям***. Це тонкий, але дуже щільний шар волокнистої сполучної тканини, який зрісся з кістковою тканиною. Окістя містить багато кровоносних і лімфатичних судин, нервових закінчень. Клітини внутрішнього шару окістя здатні ділитися та утворювати нові клітини кісткової тканини. Завдяки цьому кістка потовщується. Клітини окістя в разі переломів кісток починають активно ділитися і забезпечують їхнє зростання.

Отже, окістя забезпечує живлення кісток, їхнє потовщення, а також зростання після переломів. Суглобові поверхні кісток, вільні від окістя, вкриває суглобовий хрящ.



Мал. 34. Будова трубчастої кістки: 1 – головка; 2 – тіло; 3 – окістя; 4 – червоний кістковий мозок; 5 – жовтий кістковий мозок



Мал. 35. Різні види кісток: 1 – довга трубчаста кістка; 2 – короткі трубчасті кістки (а – фаланги пальців); 3 – плоска кістка; 4 – змішані, або неправильні (кістки хребців)

Губчасті кістки складаються переважно з губчастої кісткової тканини, вкритої тонким шаром компактної речовини. Серед них розрізняють ***довгі*** (ребра, грудина) та ***короткі*** (кістки зап'ястка та передплесна). Системи губчастих кісток пружинять і зменшують навантаження на скелет під час рухів (ходьба, піднімання вантажу). ***Плоскі кістки*** побудовані переважно з губчастої речовини, вкритої тонким шаром компактної. Це, наприклад, тазові кістки, лопатки (мал. 35, 3), лобова кістка, тім'яні кістки. ***Змішані кістки*** складаються із частин, які мають різну форму, будову і походження. До них належать хребці (мал. 35, 4), у яких поєднуються елементи коротких трубчастих (тіло) та плоских (відростки) кісток, верхньощелепні кістки та ін.

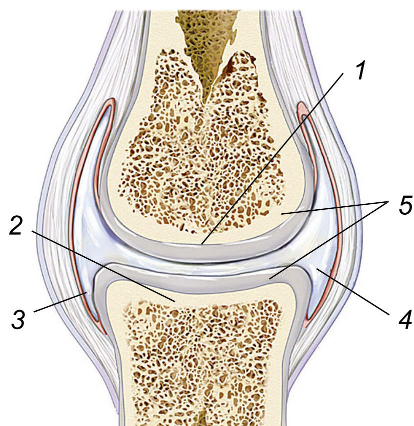
В окрему групу об'єднують ***повітроносні кістки***: лобову, верхньощелепну, клиноподібну, ґратчасту. У них є порожнини, вистелені слизовою оболонкою та заповнені повітрям.

Як ростуть кістки? У новонародженої дитини скелет складається переважно з хрящів. Окостеніння хрящів відбувається впродовж усього періоду розвитку організму і завершується у віці 20–24 років. Ви пам'ятаєте, що в довжину кістки ростуть за рахунок поділу клітин хрящової тканини, розташованої між тілом і головками. У товщину кістки ростуть завдяки розмноженню клітин внутрішнього шару окістя. У період розвитку організму ріст кісток регулюється гормоном росту. Кісткова тканина оновлюється впродовж життя людини.

Як кістки з'єднані між собою? Виокремлюють два основних типи з'єднання кісток: переривчасте та безперервне. За *переривчастого з'єднання* між кістками є порожнина у вигляді щілини. Таке з'єднання дає змогу кісткам переміщуватись одна відносно одної. За *безперервного з'єднання* щілини між кістками немає, тому такі кістки не можуть рухатись одна відносно одної. Безперервно з'єднані кістки відіграють захисну або опорну роль.

Безперервне сполучення має кілька різновидів. Наприклад, більшість кісток черепа з'єднана звивистими швами так, що западина однієї кістки за формою та розмірами відповідає виступу іншої (як ключ і замок). Часто кістки зрощені між собою (кістки таза, крижові хребці та ін.).





Мал. 36. Будова суглоба:
1 – головка суглоба;
2 – суглобова западина;
3 – суглобова сумка;
4 – суглобова порожнина;
5 – хрящ

Переривчасте з’єднання кісток забезпечує ***суглоб*** (мал. 36). За будовою розрізняють прості й складні суглоби. *Прості суглоби* з’єднують дві кістки, *складні* – три і більше. Основні складові суглоба – це суглобові поверхні з’єднуваних кісток; суглобова сумка, що охоплює суглобові кінці кісток, та заповнена рідиною суглобова порожнина. Суглоб зміцнюють зв’язки, розміщені зовні або всередині суглобової сумки.

Суглобові поверхні кісток вкриті гладеньким суглобовим хрящем, який зменшує тертя кісток між собою під час руху. Суглобова поверхня однієї з кісток, яка входить до складу суглоба, опукла – це *головка суглоба*. В іншої кістки суглобова поверхня увігнута і має назву *суглобова западина*. Така будова суглобових поверхонь забезпечує щільне прилягання кісток одна до одної. Цьому також сприяє те, що суглобова порожнина герметично ізольована і тиск у ній менший за атмосферний. Тому внаслідок дії атмосферного тиску суглобова головка однієї кістки притискається до западини іншої.

Суглобова порожнина оточена сполучнотканинною суглобовою сумкою, яка охоплює суглобові поверхні кісток. Зовнішній шар сумки переходить в окістя, а внутрішній – містить секреторні клітини, які виділяють рідину в порожнину суглоба. Рідина відіграє роль мастила, а також містить поживні речовини для клітин суглобового хряща.

Ключові терміни і поняття: **трубчасті, губчасті, плоскі та змішані кістки, окістя, суглоб.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які типи кісток ви знаєте? 2. Як з’єднані між собою кістки у скелеті людини? 3. Які види безперервного з’єднання кісток ви знаєте? 4. Яка будова суглобів?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть структури, які беруть участь у процесі потовщення кісток людини: а) окістя; б) компактна речовина; в) губчаста речовина; г) жовтий кістковий мозок.

2. Укажіть, за рахунок чого трубчасті кістки ростуть у довжину: а) окістя; б) охрястя; в) губчастої речовини; г) прошарків хрящової тканини між тілом та головками кістки.

3. Укажіть тип кісток, до якого належать плечові та стегнові кістки: а) трубчасті довгі; б) трубчасті короткі; в) губчасті; г) змішані.

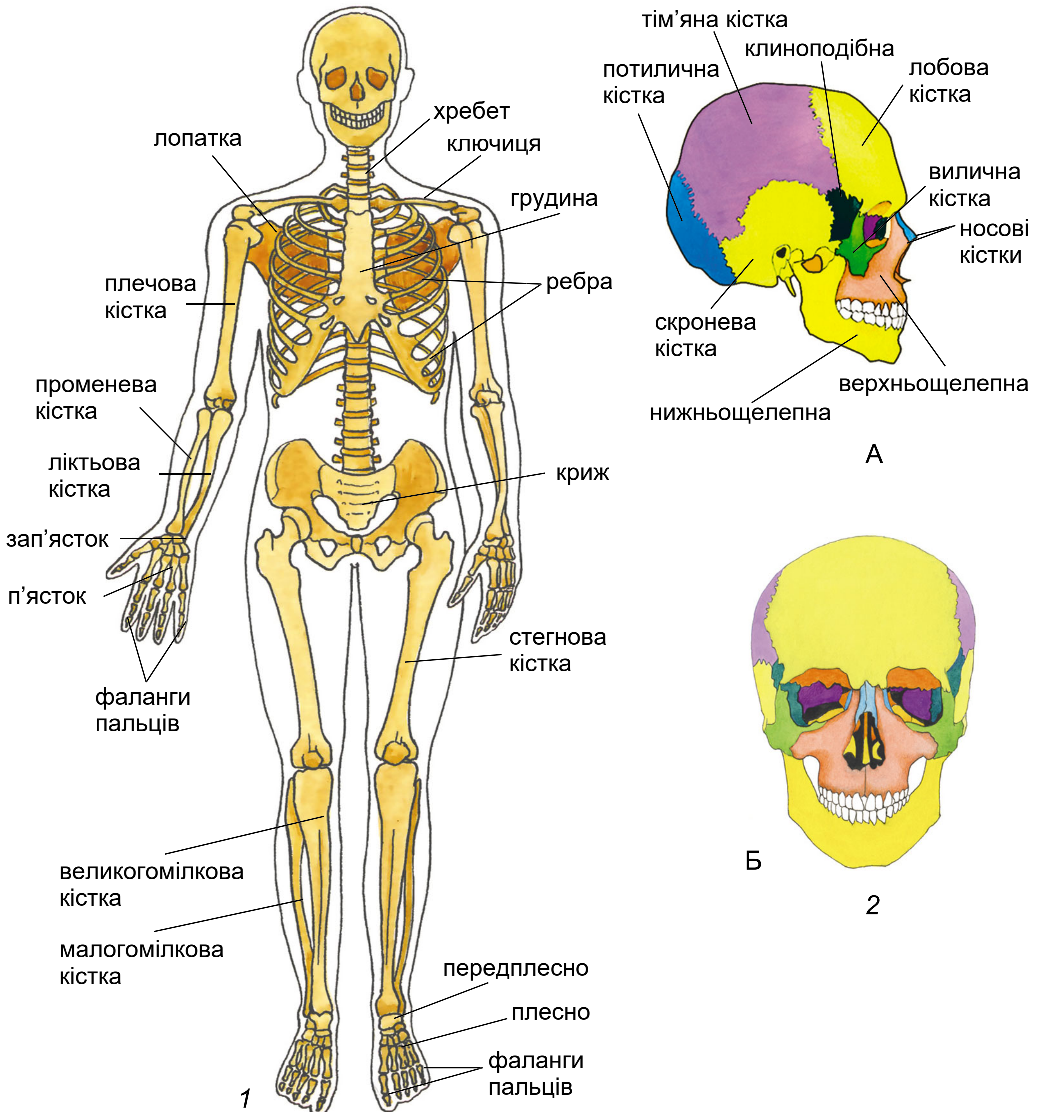
Обговоріть у групах. Обґрунтуйте взаємозв’язок внутрішньої та зовнішньої будови кісток з їхніми функціями.

§7. БУДОВА СКЕЛЕТА ЛЮДИНИ

Пригадайте особливості будови скелета ссавців. Які мавпи належать до людиноподібних?

Скелет людини, так само як і скелет ссавців, поділяють на осьовий і скелет кінцівок (мал. 37). У свою чергу, ***осьовий скелет*** включає скелет голови (череп), хребет і грудну клітку.

Які кістки входять до складу скелета голови? Скелет голови – це ***череп*** (мал. 37, 2). У ньому виділяють два відділи – мозковий і лицьо-



Мал. 37. 1. Скелет людини (загальний вигляд). 2. Кістки черепа. Зовнішній вигляд черепа збоку (А) та спереду (Б). ***Завдання.*** *Визначте кістки лицьового відділу черепа*



вий. У мозковому відділі містяться головний мозок, органи зору, слуху та рівноваги. Лицьовий відділ утворює кісткову основу дихального апарату (верхніх дихальних шляхів) і травного каналу (порожнини рота). Обидва відділи складаються з окремих кісток, з'єднаних між собою нерухомо, за винятком нижньої щелепи.

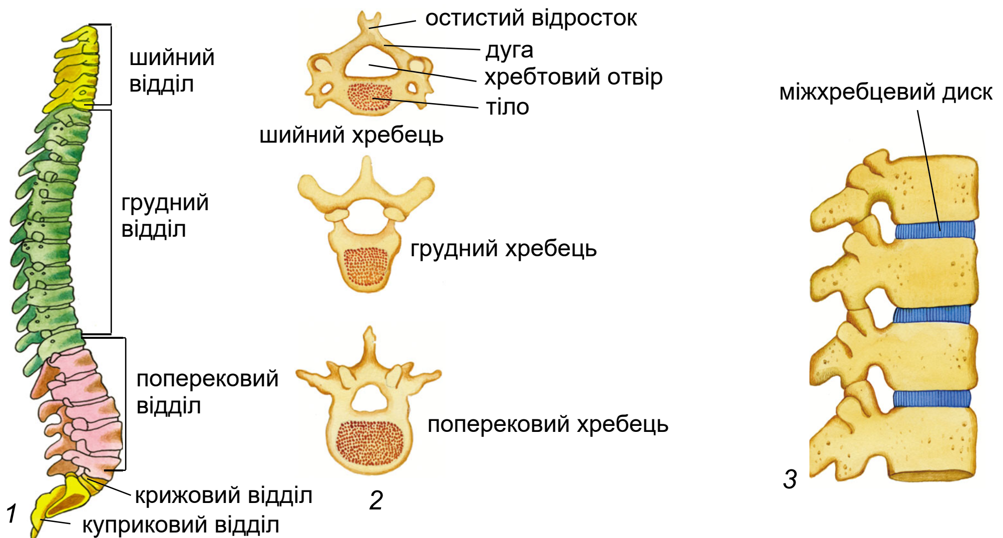
До складу *мозкового відділу* входять дві парні та чотири непарні кістки, з'єднані за допомогою швів (мал. 37, 2 А). Вони створюють надійний захист головного мозку. Зокрема, основу черепа утворює потилична кістка. Вона має отвір, що сполучає порожнини черепа та хребтового каналу, яким проходить спинний мозок. По обидва боки отвору є два суглобові вирости, за допомогою яких череп сполучається з першим шийним хребцем. Іншими кістками мозкового відділу є: тім'яні, скроневі, лобова, клиноподібна та ін.

До кісток *лицьового відділу* належать шість парних і три непарні кістки (мал. 37, 2 Б). Це, зокрема, парні верхньощелепні, виличні, носові тощо. Нижня щелепа – єдина рухома кістка черепа. У верхніх і нижній щелепах є комірки, у яких розташовані корені зубів.

Кістки основи черепа мають дрібні отвори, крізь які проходять кровоносні судини і черепно-мозкові нерви.

Яка будова хребта? Хребет людини має S-подібну форму (мал. 38). Він складається з 30–34 хребців і поділяється на 5 відділів: шийний, грудний, поперековий, крижовий та куприковий. Кожен хребець складається з *тіла, дуги* та *відростків*. Між тілами хребців розташовані міжхребцеві диски, які є пластинками з хряща. Ці диски, а також зв'язки беруть участь у сполученні сусідніх хребців між собою. Таке з'єднання забезпечує значну гнучкість хребта.

Дуга, яка відходить від тіла хребця, має хребтовий отвір (мал. 38, 2). Хребтові отвори всіх хребців разом формують канал хребта, у яко-



Мал. 38. 1. Будова хребта. 2. Будова хребця. 3. З'єднання хребців між собою. ***Завдання.*** *Порівняйте будову хребців різних відділів хребта. Поясніть їхню відмінність*

му розташований спинний мозок. Від дуги хребців відходять 7 відростків: з них чотири слугують для сполучення хребців між собою, а три – для приєднання м’язів. Найбільший із цих відростків – *остистий*. Він непарний і спрямований назад. Його легко можна промацати на спині у вигляді горбка. Кожен відділ хребта має певну кількість хребців: шийний – 7, грудний – 12, поперековий – 5, крижовий – 5, куприковий – 1–5.

Розміри тіла хребців збільшуються від шийного відділу до крижового, що пов’язано зі зростанням навантаження на хребці, які розміщені нижче (мал. 38, 2). Найменші розміри мають сім шийних хребців. Особливу будову мають перший та другий шийні хребці, які забезпечують рухи голови. Перший шийний хребець не має тіла. Він складається з двох дуг. У другого хребця є спеціальний зубоподібний відросток, який входить в отвір між дугами першого хребця. Саме навколо цього відростка обертається голова.

Цікаво знати

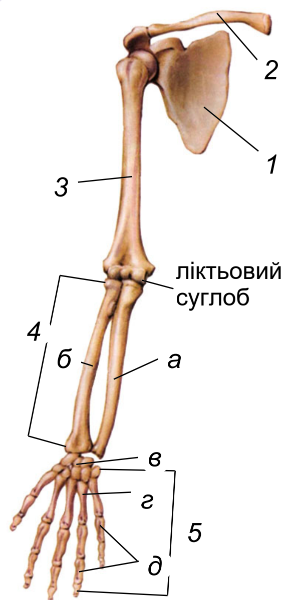
Перший шийний хребець назвали *атлантом* на честь міфічного титана Атланта, якого покарали боги, і він мусив вічно підтримувати на своїх плечах небесну сферу. Цей хребець подібно до Атланта підтримує сферу нашої голови.

Дванадцять грудних хребців відрізняються від інших тим, що несуть ребра, рухомо прикріплені хрящами до їхніх парних відростків. Грудні хребці, ребра та грудина (грудна кістка) формують ***грудну клітку*** (мал. 37, 1), яка обмежує грудну порожнину. Перші сім пар ребер приєднані хрящами безпосередньо до грудної кістки, або грудини. Ще три пари за допомогою хряща сполучені з кінцями розташованих вище ребер, а кінці ребер 11-ї та 12-ї пар розташовані вільно. Це забезпечує рухливість грудної клітки під час дихання. Грудна клітка захищає серце та легені, а також частково печінку, селезінку і шлунок.

Найбільші розміри мають п’ять поперекових хребців. П’ять зрощених між собою крижових хребців утворюють єдину кістку – криж. До бічних частин крижа приєднані кістки тазу. Завершується хребет куприковим відділом, який складається з 1–5 (найчастіше 4) зрослих між собою невеликих хребців. Цей відділ хребта людини відповідає хвостовому відділу більшості ссавців.

Яка будова скелета кінцівок? Скелет верхньої та нижньої кінцівок складається зі скелета поясів (відповідно плечового та тазового) і скелета вільної кінцівки. **Плечовий пояс** побудований з двох парних кісток: лопаток і ключиць (мал. 39, 1, 2). Через ці кістки верхні кінцівки з’єднуються з тулубом. *Лопатки* – плоскі кістки трикутної форми, розташовані на задній поверхні грудної клітки. Вони з’єднані з ключицею та плечовою кісткою. Плечова кістка і лопатка утворюють *плечовий суглоб*. Ключиця, крім з’єднання з лопаткою, іншим своїм кінцем з’єднується з грудиною. Завдяки цьому ключиці утримують плечовий суглоб на відповідній відстані від грудної клітки, забезпечуючи тим самим значну свободу рухів верхніх кінцівок. Перелом ключиці призводить до того, що плечовий суглоб притискається до грудної клітки: унаслідок цього рухи верхньої кінцівки стають обмеженими і болісними.





Мал. 39. Плечовий пояс: 1 – лопатка; 2 – ключиця. Скелет вільної верхньої кінцівки: 3 – плечова кістка; 4 – кістки передпліччя (а – ліктьова, б – променева); 5 – кисть (в – зап'ясток, г – п'ясток; д – фаланги пальців). ***Завдання.*** *Знайдіть на малюнку плечовий суглоб. Назвіть кістки, який він з'єднує*

Скелет вільної верхньої кінцівки (мал. 39) складається з трьох відділів: плеча, передпліччя та кисті. *Плече* має лише одну плечову кістку, яка верхньою головкою з'єднується з лопаткою, а нижньою – з кістками передпліччя, утворюючи *ліктьовий суглоб*. Передпліччя утворене двома кістками: ліктьовою та променевою.

У *кисті* розрізняють три частини: зап'ясток, п'ясток та кістки пальців (мал. 39). *Зап'ясток* утворений вісьмома короткими кістками, розташованими у два ряди. Вони сполучені між собою, а також з кістками передпліччя та п'ястка. П'ять видовжених кісток *п'ястка* рухомо з'єднані з кістками пальців – ***фалангами***. Кожен палець має свою назву: *великий*, *вказівний*, *середній*, *підмізинний*, *мізинець*. Великий палець має дві кістки та протиставлений іншим. Усі інші пальці мають по три кістки. Така будова кисті забезпечує виконання нею найдосконаліших рухів.

Тазовий пояс містить дві масивні тазові кістки, які спереду з'єднані між собою хрящем, а ззаду зрощені з крижовим відділом хребта. У дітей таз складають три парні кістки (лобкова, клубова та сіднична), які сполучені між собою хрящами (мал. 40). Після 16 років вони зростаються в одну – тазову. У кожній тазовій кістці є кулеподібна западина, куди заходить головка стегнової кістки. Завдяки цьому вони переносять масу тіла на нижні кінцівки, забезпечуючи опору і рух. Крім того, кістки тазу захищають і підтримують внутрішні органи черевної порожнини.

Скелет вільної нижньої кінцівки включає три відділи: стегно, гомілку та стопу. *Стегно* утворене *стегновою кісткою*, яка є найдовшою у скелеті людини (її довжина складає до 25 % довжини тіла). Верхня головка стегнової кістки утворює *кульшовий суглоб* з кістками тазу, а нижня – *колінний суглоб* з надколінною чашечкою (особлива коротка кістка) та великою гомілковою кісткою. *Гомілка* включає *вели-*

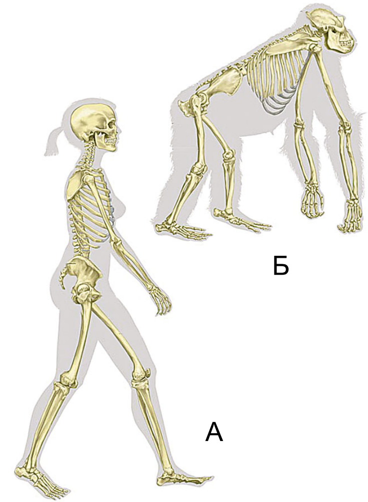


Мал. 40. Тазовий пояс: 1 – тазові кістки; 2 – криж. Скелет вільної нижньої кінцівки: 3 – стегнова кістка; 4 – гомілка (а – велика гомілкова кістка, б – мала гомілкова кістка); 5 – стопа (в – передплесно, г – плесно, д – фаланги пальців). ***Завдання.*** *Знайдіть на малюнку гомілково-стопний суглоб*

ку та *малу гомілкові кістки*. Вони утворюють *гомілковостопний суглоб* з кістками стопи.

Стопа виконує опорну функцію під час стояння та ходіння. У її скелеті розрізняють *плесно*, *передплесно* та кістки *пальців* стопи.

Які відмінності в будові скелета людини та ссавців? Серед ссавців найбільш подібний до скелета людини скелет людиноподібної мавпи (мал. 41). Але череп людини має більший об'єм, лицьова частина не виступає вперед так, як у людиноподібних мавп (*поміркуйте чому*). Хребет людини не прямий, як у мавп, а формою нагадує латинську літеру S. Вигини хребта допомагають зберігати рівновагу під час прямоходіння.



Мал. 41. Порівняння скелетів людини (А) та людиноподібної мавпи (Б)

У мавп грудна клітка стиснута з боків і спрямована вперед. У людини – стиснена в спинно-черевному напрямку і має вигляд зрізаного конуса. Така форма збільшує об'єм грудної клітки. Верхні кінцівки людини дещо вкорочені порівняно з мавпами. Вони звільнені від опорної функції під час пересування та використовуються переважно для трудової діяльності. У зв'язку з прямоходінням усе навантаження тіла припадає на нижні кінцівки. Тому в людини, порівняно з мавпами, міцніші кістки таза. Таз людини досить широкий і має вигляд чаші, що слугує опорою для внутрішніх органів.

У людини досить масивні й кістки нижніх кінцівок. Крім того, потовщений перший палець ноги не протиставлений іншим, як у мавп. Це не тільки допомагає зберегти вертикальне положення тіла, а й дає змогу швидше бігати. Склепінчаста форма стопи людини пом'якшує поштовхи під час бігу та стрибків, зменшує втомлюваність під час тривалого пересування.

Ключові терміни і поняття: **череп, хребет, грудна клітка, скелет кінцівок та їхніх поясів.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. На які відділи поділяють скелет людини? З яких кісток вони складаються? 2. Яку будову має хребет і яке його значення? 3. Які кістки утворюють грудну клітку? Які її функції? 4. Які особливості будови поясу верхніх кінцівок? 5. З яких кісток складається скелет верхньої вільної кінцівки? 6. Яка будова тазових кісток? Які їхні функції? 7. Які особливості будови скелета нижньої вільної кінцівки?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть ряд кісток, які входять до складу грудної клітки: а) ребра, грудина, грудні хребці; б) ключиця, ребра, грудина; в) ключиця, грудина, грудні хребці; г) грудина, грудні хребці, лопатка.



2. Чим скелет людини відрізняється від скелета людиноподібних мавп: а) склепінчастою будовою стопи; б) кількістю фаланг пальців; в) кількістю шийних хребців; г) розташуванням великого пальця рук?

Обговоріть у групах. Схарактеризуйте функції різних відділів скелета людини.

Поміркуйте. Уважно розгляньте малюнок 41 і поясніть, чому в людини лицьовий відділ черепа розвинений не так сильно, як у людиноподібних мавп.

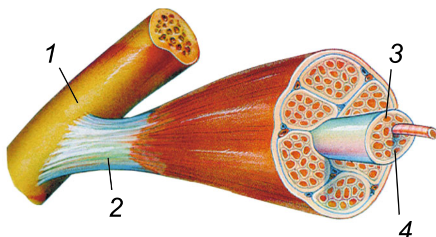
§8. ФУНКЦІЇ І БУДОВА СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ. ОСНОВНІ ГРУПИ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ

Пригадайте види м'язових тканин та їхні властивості. Що таке діафрагма? Які її функції?

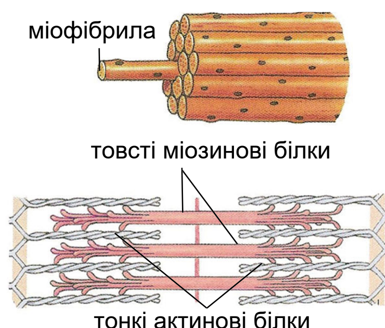
Кісткова і хрящова тканина утворюють тільки каркас тіла – скелет, який сам по собі рухатись не може. Рухи всього тіла (біг, ходьба, стрибки) або окремих його частин (наприклад, рухи пальців) забезпечуються скороченням і розслабленням скелетних м'язів. Крім руху, ці м'язи підтримують також певне положення тіла, його поставу (наприклад, під час сидіння чи стояння).

Які особливості будови скелетних м'язів? Як ви пам'ятаєте, скелетні м'язи належать до посмугованих. Будь-який скелетний м'яз утворений групами видовжених м'язових клітин, які мають вигляд волокон, зібраних у пучки і з'єднаних між собою прошарками сполучної тканини (мал. 42). Сполучнотканинні прошарки на кінцях м'язів переходять у сухожилля м'яза, за допомогою якого він кріпиться до кістки. Зверху кожний м'яз укритий тонкою сполучнотканинною оболонкою – ***фасцією***. Фасції відокремлюють один м'яз від іншого, що робить можливим їхнє незалежне скорочення. М'яз складається з *головки* (початок м'яза), *черевця* (середя частина) і *хвоста* (кінцева частина).

Скорочувальна частина м'яза складається з тисяч видовжених циліндричних клітин, розташованих паралельно одна одній, – ***м'язових волокон***, або ***міоцитів*** (мал. 42). Кожне м'язове волокно – це витягнута багатоядерна клітина, оточена сполучнотканинною оболонкою.



Мал. 42. Загальна будова скелетного м'яза: 1 – кістка; 2 – сухожилля; 3 – сполучнотканинна оболонка м'язового волокна; 4 – м'язові волокна



Мал. 43. Схематична будова м'язового волокна

Основний об'єм м'язових клітин становлять скорочувальні елементи – ***міофібрили***. Вони складаються з багатьох однакових поздовжніх сегментів, відокремлених один від одного мембранами. У кожному сегменті впорядковано розташовані тонкі й товсті нитки. Тонкі складаються зі скоротливого білка *актину*, а товсті – зі скоротливого білка *міозину* (мал. 43). Ділянки перекриття актинових і міозинових ниток під світловим мікроскопом мають вигляд темних смуг. Між ними розташована світліша ділянка, у якій є лише білок міозин. Світлими є також ділянки сусідніх сегментів, що містять лише актинові нитки. Саме чергування темних і світлих дисків у міофібрилах зумовлює посмугованість скелетних м'язів.

Кровоносна система постачає скелетним м'язам поживні речовини та кисень, що використовуються для вироблення енергії, необхідної для їхньої роботи. М'язове скорочення супроводжується виділенням значної кількості теплоти. Це важливо для підтримання нормальної температури тіла. Кінцеві продукти обміну речовин виводяться з м'яза також за участі кровоносної системи. Отже, у м'язах відбувається інтенсивний обмін речовин і перетворення енергії.

Які розрізняють основні групи м'язів? За формою скелетні м'язи поділяють на довгі, короткі й широкі. ***Довгі м'язи*** розташовані переважно на кінцівках. Вони веретеноподібної форми і мають 2–4 головки. Між окремими ребрами, хребцями чи у глибоких шарах біля хребта є ***короткі м'язи***. ***Широкі м'язи*** розміщені переважно на тулубі й мають форму шарів різної товщини (м'язи живота, діафрагма тощо).

М'язи найчастіше розрізняють за характером роботи, яку вони виконують. Зокрема, м'язи, які згинають кінцівку в суглобі, називають ***згиначами*** (наприклад, двоголовий м'яз плеча), а ті, які її розгинають, – ***розгиначами*** (триголовий м'яз плеча та ін.). М'язи, які наближують кінцівку до серединної лінії тіла, називають ***привідними*** (наприклад, великий привідний м'яз нижньої кінцівки), а ті, які віддаляють, – ***відвідними*** (деякі м'язи кисті та стопи). Декілька м'язів, які виконують спільну роботу, забезпечуючи один і той самий рух у певному суглобі, називають ***синергістами***, а м'язи протилежної групи – ***антагоністами***. Наприклад, м'язи, які спільною дією згинають передпліччя, є синергістами, а ті, що його розгинають, – їхніми антагоністами.

М'язи людини поділяють також на групи відповідно до місця їхнього розташування: м'язи голови, шиї, грудей, живота, спини, верхньої та нижньої кінцівок (мал. 44). **М'язи голови** людини за своїми функціями поділяють на мімічні та жувальні. ***Мімічні м'язи*** – тоненькі пучки м'язових волокон, які одним кінцем прикріплені до кісток черепа, а іншим – уплетені в шкіру. Деякі з них, наприклад колові м'язи рота й ока, зв'язані лише зі шкірою. Складно скоординовані скорочення мімічних м'язів зумовлюють утворення складок шкіри в різних ділянках обличчя, надають певної конфігурації губам, ніздрям, бровам, повікам. У результаті цього формується певний вираз обличчя – ***міміка***. Крім того, мімічні м'язи беруть участь в утворенні мови.

Жувальні м'язи забезпечують різноманітні рухи нижньої щелепи під час жування, ковтання їжі, мовлення.



дельтоподібний м’яз
двоголовий м’яз плеча
великий грудний м’яз
триголовий м’яз плеча
м’язи живота
кравецький м’яз
чотириголовий м’яз стегна
литковий м’яз
А
трапецієподібний м’яз
дельтоподібний м’яз
м’язи спини
великі сідничні м’язи
двоголовий м’яз стегна
Б

Мал. 44. Скелетні м’язи людини:
А – вигляд спереду; Б – вигляд ззаду

М’язи шиї забезпечують рух голови (повертають, нахиляють тощо) та шиї.

М’язи тулуба складаються з м’язів грудей, спини та живота (мал. 44). ***М’язи грудей*** поділяють на м’язи, які одним кінцем приєднані до грудної клітки, а другим – до кісток плечового поясу і верхніх кінцівок, та *власне грудні м’язи*. Перша група м’язів рухає кістки плечового поясу і вільної верхньої кінцівки (великий і малий грудні м’язи). Друга група (зовнішні і внутрішні міжреберні м’язи) забезпечує дихальні рухи. У дихальних рухах бере участь і *діафрагма*, яка відділяє грудну порожнину від черевної.

М’язи живота утворюють передню і бічні стінки черевної порожнини. Сукупність м’язів стінки живота має назву ***черевний прес***. Ці м’язи своїми скороченнями підтримують певний тиск у черевній порожнині, що сприяє підтриманню органів у сталому положенні. Вони також забезпечують згинання тулуба вперед та в боки.

М'язи спини поділяють на *поверхневі* (трапецієподібний м'яз, найширший м'яз спини) і *глибокі* (мал. 44). Поверхневі м'язи забезпечують рухи лопатки та (частково) рук, а за зафіксованого плечового поясу – рухи голови, а також беруть участь у дихальних рухах. Глибокі м'язи спини розташовані по обидва боки від хребта та розгинають його, підтримуючи тіло у вертикальному положенні.

М'язи верхньої та ***нижньої кінцівок*** складаються з м'язів відповідного поясу і м'язів вільної кінцівки. Найбільшим м'язом *поясу верхньої кінцівки* є дельтоподібний м'яз, який піднімає руку до горизонтального положення. *М'язи верхньої вільної кінцівки* поділяють на м'язи плеча, передпліччя та кисті. Кожну із цих груп поділяють на передню та задню групи: усі м'язи передньої групи є згиначами, а задньої – розгиначами. Найбільшим м'язом передньої групи плеча є двоголовий м'яз, а задньої – триголовий.

Найбільшими *м'язами тазового поясу* є сідничні м'язи, які разом з іншими м'язами цієї групи випрямляють зігнутий уперед тулуб і забезпечують рухи стегна (мал. 44). *М'язи нижньої вільної кінцівки* поділяють на м'язи стегна, гомілки та стопи. Серед них є згиначі та розгиначі, які забезпечують відповідні рухи нижніх кінцівок. На передній поверхні стегна є найбільший за масою серед усіх м'язів людини чотириголовий м'яз стегна, який розгинає ногу в колінному суглобі. На задній поверхні стегна міститься двоголовий м'яз. Він розгинає стегно і згинає гомілку. На передній частині стегна кравецький м'яз згинає ногу в кульшовому і колінному суглобах. Цей м'яз забезпечує рухи гомілки. На гомілці вирізняють передню, задню і бічну групи м'язів. До передньої групи належать: передній великогомілковий м'яз (підносить стопу), м'язи – розгиначі пальців. Найбільший з м'язів задньої групи – триголовий литковий м'яз, він згинає стопу.

Цікаво знати

У тілі людини налічують 639 м'язів. Вони становлять до 44 % маси тіла.

Ключові терміни і поняття: **фасція, міоцит, міофібрила, міозин, актин.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яка будова скелетних м'язів? 2. Які функції виконують скелетні м'язи в організмі людини? 3. На які групи поділяють скелетні м'язи за формою? 4. На які групи поділяють скелетні м'язи за функціями? Що таке м'язи-синергісти та антагоністи? 5. Які групи м'язів тіла людини за розташуванням ви знаєте?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть білок, який входить до складу скоротливих елементів м'язових волокон: а) актин; б) міоглобін; в) колаген; г) гемоглобін.

2. Укажіть скелетний м'яз людини, який належить до розгиначів: а) двоголовий м'яз плеча; б) триголовий м'яз плеча; в) великий привідний м'яз нижньої кінцівки; г) дельтоподібний м'яз.

Обговоріть у групах. Схарактеризуйте функціональний взаємозв'язок кісток і м'язів на прикладі поясу верхніх кінцівок.



Поміркуйте. Який зв'язок існує між формою скелетних м'язів та функціями, які вони виконують?

Творче завдання. Складіть таблицю «Суглоби і м'язи, які забезпечують їхні рухи».

§9. РОБОТА М'ЯЗІВ ТА ПРИЧИНИ ЇХНЬОЇ ВТОМИ

Пригадайте, які білки входять до складу м'язів. Які функції цих білків? Чому посмуговані м'язи мають таку назву? Що таке сила і як її вимірюють?

Що таке сила та робота м'язів? Для скелетних м'язів характерні: сила, напруження, витривалість, тонус, робота. Ви вже знаєте, що м'язове скорочення супроводжується виділенням значної кількості теплоти, потрібної для підтримання постійної температури тіла.

Скорочуючись, м'яз потовщується і виконує певну роботу. М'яз може значно вкорочуватись, розвиваючи невелике напруження або ж значне напруження за незначного скорочення. ***Напруженням*** називають стан скелетного м'яза, за якого він тривалий час може стійко підтримувати стан скорочення.

Величину здійсненої м'язом механічної роботи легко виміряти добутком маси вантажу та відстані, на яку його переміщено. Якщо м'яз скорочується за відсутності вантажу або ж висота підйому чи відстань пересування дорівнює 0, то й величина здійсненої роботи, відповідно, дорівнюватиме 0.

Величина роботи, яку здатний виконати м'яз, залежить від його сили. ***Сила м'яза*** – це те максимальне напруження, яке він може розвинути. Її оцінюють або за максимальним вантажем, який здатний підняти м'яз, або за максимальним напруженням, яке він може створити.

Поодиноке м'язове волокно здатне розвивати напруження 100–200 мг. Ураховуючи те, що загальна кількість м'язових волокон у тілі людини становить близько 15–30 млн, то вони могли б за одночасної спрямованої дії розвинути напруження 20–30 т. Зрозуміло, що більший поперечний переріз м'яза, то більшу силу він розвиватиме. Товщина м'язових волокон під час тренування здатна збільшуватись унаслідок зростання в них кількості скоротливих білків. Кількість м'язових волокон у кожному м'язі при цьому залишається незмінною.



Кожен юнак за умов правильного тренування може досягти значного розвитку скелетної мускулатури. Але заняття силовими вправами слід розпочинати не раніше ніж у віці 14–15 років.

Роботу скелетних м'язів поділяють на статичну та динамічну (мал. 45). ***Статична робота*** м'язів пов'язана з тим, що вони певний час перебувають у стані напруження. Завдяки статичній роботі скелетних м'язів у певному положенні утримується кінцівка або вантаж, зберігається відповідне положення тіла у просторі, долається сила тяжіння Землі тощо.

Динамічна робота забезпечує рухи тіла або окремих його частин. Вона пов'язана з періодичним чергуванням скорочення та розслаблення м'язів. Швидкість скорочення м'язів залежить від частоти надхо-



Мал. 45. Приклад статичної (1) та динамічної (2) роботи м’язів

дження до них нервових імпульсів, а також від будови та властивостей самих м’язів.

Усі скелетні м’язи постійно перебувають у стані часткового скорочення – ***м’язового тонусу***. Він підтримується безперервним потоком нервових імпульсів, які надходять від спинного мозку.



Завдяки тонусу м’язів зберігається постава тіла та внутрішні органи підтримуються в певному положенні. Зниження тонусу м’язів негативно впливає на діяльність усього організму. Причиною зниження тонусу м’язів можуть бути негативні емоції, порушення режиму дня, особливо недосипання, перевтома, нестача вітамінів. Тому підтримуйте тонус своїх м’язів постійними дозованими фізичними навантаженнями, дотриманням режиму праці й активним відпочинком.

Що таке витривалість та втома м’язів? ***Витривалість м’язів*** – це їхня здатність тривалий час підтримувати заданий ритм роботи. Що більша витривалість м’язів, то пізніше настає їхня втома. ***Втома м’язів*** – тимчасове зниження або втрата їхньої працездатності, що виникають унаслідок здійснення певної роботи. За збільшення маси вантажу механічна робота, яку виконує м’яз, зростає. Але за надмірного навантаження обсяг виконуваної роботи швидко зменшується і врешті-решт величина роботи дорівнює нулю. При цьому м’яз, навіть під час максимального свого напруження, не здатний підняти вантаж.

На втому м’язів впливає і ритм їхнього скорочення: так, надто повільні чи дуже швидкі скорочення знижують витривалість швидше, ніж середні (оптимальні). За оптимального навантаження й ритму скорочення м’язів утома настає пізніше тому, що в проміжках між скороченнями працездатність м’яза частково відновлюється.

За активного відпочинку працездатність утомленого м’яза відновлюється швидше, ніж в умовах пасивного відпочинку. Це пояснюють тим, що коли певні групи м’язів працюють, то прискорюється кровообіг та обмін речовин. Тому прискорюється окиснення і виведення з



м'язів, що відпочивають, кінцевих продуктів обміну речовин. Водночас кров швидше постачає цим м'язам поживні речовини і кисень.



Надзвичайно тривала або інтенсивна робота може призвести до перевтоми, коли вичерпуються енергетичні ресурси м'язових клітин. Щоб запобігти перевтомі, потрібно уникати надмірних навантажень без достатньої фізичної підготовки. Чергування фізичних навантажень і відпочинку є одним зі способів підтримання високої працездатності й запобігання перевтомі.



Лабораторне дослідження розвитку втоми при статичному і динамічному навантаженні; впливу ритму і навантаження на розвиток втоми

Обладнання: гантелі, годинник.

***Завдання 1*. Виявіть утому під час статичного навантаження.**

1. Візьміть у руки гантелі масою по 1 кг. Розведіть руки в боки, підніміть їх до рівня плеча і тримайте в цьому положенні стільки, скільки зможете.
2. Зафіксуйте час, витрачений на виконання статичної роботи.

***Завдання 2.* Виявіть утому під час динамічного навантаження.**

1. Візьміть у руки такі самі гантелі. Ритмічно піднімайте та опускайте їх, поки не відчуєте втоми.
2. Зафіксуйте час, витрачений на виконання динамічної роботи.

***Завдання 3.* Виявіть вплив ритму й навантаження на розвиток утоми.**

1. Повторіть вправу з гантелями у прискореному ритмі до відчуття втоми.
2. Порівняйте одержані результати. Поясніть, коли втома настає швидше.

У чому полягає нервова та гуморальна регуляції рухів? У спинному мозку є нервові центри, які регулюють скорочення м'язів і здійснення простих рефлекторних рухів, наприклад згинання ноги в колінному суглобі. Складні рухи, такі як гра на піаніно чи написання тексту, контролюються нервовими центрами півкуль головного мозку. Важливу роль у регуляції рухів і тонусу м'язів відіграє мозочок, який координує діяльність вищих і нижчих рухових центрів. Тонус м'язів підвищує гормон адреналін.

Ключові терміни і поняття: **сила напруження, витривалість, тонус, втома м'язів, статична та динамічна робота м'язів.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які ви знаєте фізичні властивості м'язів? 2. Що таке напруження та сила скорочення м'яза? 3. Від чого залежить сила скорочення м'язів? 4. Як визначити роботу м'язів? Чим відрізняється статична робота від динамічної? 5. Яке біологічне значення чергування скорочення та розслаблення м'язів? 6. Що таке витривалість м'яза? 7. Що таке втома м'язів і які її причини?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть чинники, від яких залежить сила м'яза: а) кількість кровоносних судин; б) кількість м'язових волокон; в) частота нервових імпульсів, які надходять до м'яза; г) кількість жирової тканини.

2. Витривалість м'язів – це: а) здатність до скорочення; б) здатність тривалий час підтримувати заданий ритм роботи; в) здатність до збудження; г) здатність зберігати тривалий час незбудливість.

Обговоріть у групах. Як ритм і навантаження впливають на розвиток утоми? Як уникнути втоми?

Поміркуйте. 1. Людей, які надмірно розвивають м'язи, називають культуристами. У якому стані перебувають м'язи в культуристів? Завдяки чому збільшується маса м'язів у культуристів? 2. Чому статична робота втомлює більше, ніж динамічна? 3. Чому в людини, яка активно відпочиває, втома минає швидше, ніж у тієї, яка відпочиває пасивно?

Творче завдання. У присутності дорослого виконайте поспіль 10 присідань. Які відчуття в ногах ви спостерігаєте через 1, 2, 15 хв після завершення вправи? Поясніть, чому виникають такі відчуття.

§10. НАДАННЯ ПЕРШОЇ ДОПОМОГИ В РАЗІ УШКОДЖЕННЯ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ

Пригадайте, як м'язи кріпляться до кісток. Для чого застосовують рентгенографічний метод? Чому в людей похилого віку кістки ламкі, а переломи зростаються погано?

Які причини ушкодження опорно-рухової системи? Під час виконання фізичної роботи, занять спортом, побутової діяльності часто виникають ситуації, які змушують робити різкі, не завжди скоординовані рухи. При цьому інколи ушкоджується опорно-руховий апарат.



Пошкодження організму, спричинене зовнішнім впливом (механічним, хімічним, електричним тощо), називають *травмою*.

Причинами травм опорно-рухової системи можуть бути необізнаність із правилами безпеки, умовами користування побутовими приладами, заняття спортом, порушення правил дорожнього руху тощо. Травми часто бувають наслідком пустощів: ігор на будівельних майданчиках, пірнання у воду зі значної висоти, бійок тощо.

Якими бувають травми опорно-рухової системи? Найпоширеніші травми опорно-рухової системи – це розтяги зв'язок, вивихи, закриті та відкриті переломи. ***Розтяг*** – це пошкодження зв'язок. Часто внаслідок розтягів виникають розриви окремих волокон сухожиль. У місці розтягнення з'являються набряки, крововиливи, відчувається сильний біль.



Перша допомога в разі розтягу – якомога швидше прикласти до ушкодженого місця холодний предмет, наприклад мішечок з льодом, тканину, змочену холодною водою. Потім ушкоджений суглоб слід туго забинтувати (мал. 46) і звернутися до лікаря. Якщо правильно лікувати розтяги, вони проходять без наслідків. Профілактика розтягів полягає в бинтуванні раніше травмованих суглобів під час спортивних ігор чи фізичної праці.



Мал. 46. Приклад першої допомоги в разі розтягу



Інколи внаслідок травми настає повний ***розрив зв'язки***. У цьому разі слід негайно звернутися до лікаря: розірвані зв'язки зшивають лише в клініках. Якщо під час травми порушується герметичність суглобової порожнини, то може розвинутися запалення суглоба, яке потребує тривалого лікування.

Вивих – це пошкодження суглобів. При цьому зміщуються кінці кісток, які входять до складу суглоба. Вивих іноді супроводжується розтягами зв'язок і м'язів, розривом суглобової сумки.



Вправляти та лікувати вивихи може лише лікар. Але потерпілому потрібно негайно надати першу допомогу. Суглоб, у якому відбувся вивих, слід зафіксувати в нерухомому стані: руку треба підвісити через шию бинтом чи хусткою, а на ногу – накласти шину. Медичні шини продають в аптеках. За їхньої відсутності найпростішу шину можна виготовити з підручних матеріалів: тонких дерев'яних дощечок, фанери, палиць, щільного картону тощо.

Для забезпечення повної нерухомості кінцівки шина повинна охоплювати не лише ушкоджений суглоб, але й сусідні ділянки кінцівки. Це перешкодить подальшому зміщенню кісток. Шину щільно прив'язують до кінцівки широкими бинтами, рушниками тощо. Щоб шина менше тиснула на ушкоджений орган, під неї бажано підкласти м'яку тканину.

Після одужання за допомогою спеціальних фізичних вправ слід зміцнити м'язи і зв'язки ушкодженого суглоба.

Переломи кісток супроводжуються порушенням їхньої цілісності. Вони зазвичай виникають через травми. У разі травматичних переломів ушкоджуються і м'які тканини. Частіше трапляються переломи довгих кісток кінцівок, рідше – кісток черепа, ключиці, тазового поясу. У разі *закритих переломів* (коли покриви тіла неушкоджені) відчувається сильний біль, ушкоджене місце набрякає. Інколи змінюється форма кінцівки внаслідок зміщення частин зламаної кістки. Закритий перелом виявляють, зробивши рентгенівський знімок ушкодженої ділянки. Перелом вважають *відкритим*, якщо при цьому розриваються м'які тканини і шкіра.



Перша допомога в разі переломів полягає в тому, щоб забезпечити нерухомість зламаної кістки за допомогою шин (мал. 47). Транспортувати потерпілих із переломами кісток без знерухомлення, навіть на невелику відстань, неприпустимо. Це може призвести до зміщення зламаних кісток, роз-



Мал. 47. Приклад накладання шини в разі перелому стегна



Мал. 48. Накладання шини в разі перелому передпліччя і фіксація руки

риву нервів і кровоносних судин. Накладаючи шини, потрібно фіксувати не менше ніж два суглоби, розміщені вище і нижче ушкодженої ділянки. Так, при переломі плеча або стегна фіксують три суглоби (для плеча фіксують плечовий, ліктьовий і променезап'ястковий, а для стегна – кульшовий, колінний і гомілковостопний суглоби). Наприклад, накладання шини на передпліччя і фіксація руки на шиї за допомогою широкого бинта або хустки (мал. 48). Якщо матеріал для виготовлення шини знайти не вдається, слід прибинтувати ушкоджену кінцівку до тулуба. У разі відкритого перелому із сильною кровотечею потрібно накласти кровоспинний джгут вище місця кровотечі, а на рану – чисту пов'язку.

Не за будь-якого перелому кісток вдається накласти шину. У разі переломів ребер потерпілому потрібно видихнути якомога більше повітря і надалі робити лише неглибокі вдихи.



У разі переломів ребер слід туго перебинтувати грудну клітку: це зменшує рухомість ребер під час дихальних рухів. У разі перелому хребта треба негайно викликати «швидку» і надати першу допомогу потерпілому. Травмовану людину потрібно покласти обличчям додолу на рівну тверду поверхню, наприклад широку дошку чи зняті двері. Під голову і плечі слід покласти валики з рушників, одягу тощо. При переломах кісток тазового поясу травмовану людину слід також покласти на тверду рівну поверхню, але обличчям догори. Тіло фіксують і під голову підкладають м'який валик. Ноги потерпілого мають бути розведені в боки і зігнуті в колінах, під які потрібно підкласти м'які валики.

Потерпілого з переломом черепа переносять на ношах, фіксуючи при цьому голову, якомога обережніше транспортують до лікарні. Лікують переломи в лікарні, використовуючи для цього спеціальні пристрої та методи.

Ключові терміни і поняття: **розтяги, вивихи, переломи.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які причини ушкодження опорно-рухової системи людини? 2. Що таке травма? 3. Які ознаки вивиху та розтягу? Яку першу допомогу надають у разі цих травм? 4. Які бувають переломи кісток? Яку допомогу треба надати в разі перелому кісток? 5. Яка перша допомога в разі перелому хребта?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть ознаки вивиху: а) зміщення частин травмованої кістки одна відносно іншої; б) зміщення кінців кісток, які входять до складу суглоба; в) порушення цілісності кісток; г) ушкодження кісткою покривів.

2. Виберіть ознаки закритого перелому: а) зміщення частин травмованої кістки одна відносно іншої; б) вихід кістки із суглобової западини; в) ушкодження зламаною кісткою покривів; г) лише ушкодження зв'язки.

Обговоріть у групах. I група. Надання першої допомоги в разі розтягів і ударів. II група. Накладання пов'язок на різні частини тіла. III група. Надання першої допомоги в разі перелому кісток.

Творче завдання. Зімітуйте ситуації пошкодження різних частин тіла і продемонструйте накладання на них пов'язки. Підготуйте відповідь у вигляді пам'ятки «Поведінка учня під час виконання вправ на різноманітних спортивних знаряддях».



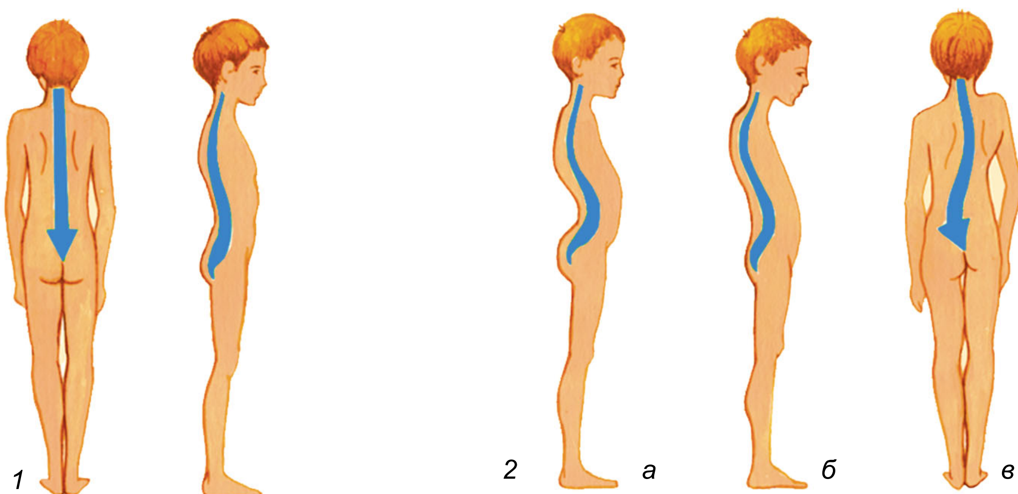
§11. ПРОФІЛАКТИКА ПОРУШЕНЬ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ

Пригадайте особливості будови опорно-рухової системи людини. Яке значення для нормального функціонування організму людини мають вигини хребта? Що таке статична та динамічна робота м'язів?

Що таке постава? Які умови її правильного формування? Кожній людині притаманна ***постава***, тобто певне положення тіла у стані спокою і під час рухів. Постава формується з раннього дитинства в період росту організму й розвитку скелета і м'язів. Вона може змінюватися впродовж життя людини. Для формування правильної постави велике значення має розвиток м'язової системи, особливо м'язів тулуба. Добре розвинені м'язи запобігають деформації кісток хребта під час навантаження на них.

Характерні ознаки правильної постави такі: плавні вигини хребта, симетрично розміщені розгорнуті плечі й лопатки, добре розвинуті м'язи тіла, прямі ноги з нормальним склепінням стоп, красива хода (мал. 49, 1). У людей з правильною поставою голова завжди тримається прямо, грудна клітка виступає над животом, живіт підтягнутий. У разі неправильної постави голова в людини нахилена або висунута вперед, грудна клітка втиснута, плечі зведені до грудей, живіт випнутий тощо.

Постава має не лише естетичне[1] значення, але й впливає на функціонування всього організму. У разі порушення постави, особливо в період росту, можуть виникнути значні порушення форми скелета, що



Мал. 49. 1. Правильна постава людини. 2. Порушення постави: а – патологічний лордоз, б – грудний кіфоз (горб), в – сколіоз

---

[1] Естетичний (від грец. *аістезіс* – відчуття, почуття) – такий, що задовольняє вимоги естетики (науки про прекрасне, про мистецтво та художню творчість).

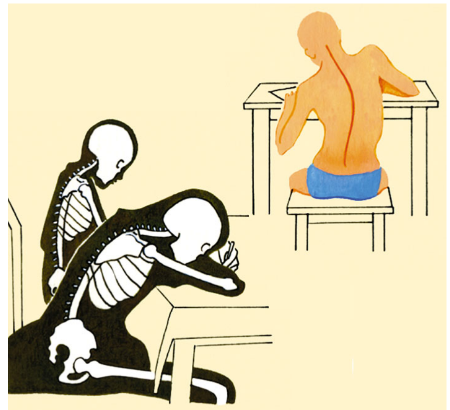
погіршує кровообіг, роботу серця, легень, травлення, спричиняє розлади діяльності нервової системи тощо. А це, зрештою, не сприяє нормальній працездатності організму.

Порушення постави в дітей можуть виникнути в результаті захворювань (рахіту, ожиріння тощо), неправильного режиму праці та відпочинку, погано підібраного одягу, взуття та з інших причин. Прикладом неправильної постави може бути ***сутулість***, яка зумовлюється слабким розвитком м'язів спини. При цьому грудний відділ хребта значно виступає назад, утворюючи так звану круглу спину, голова стає нахиленою вперед, а грудна клітка сплющується.



Основними причинами виникнення сутулості є малорухливий спосіб життя, довготривале сидіння під час роботи за неправильно підібраним за висотою столом, спання на занадто м'якому ліжку тощо.

Порушення постави може супроводжуватися появою надмірних, або патологічних, вигинів хребта. Серед таких патологічних викривлень хребта розрізняють вигини вперед (*патологічний лордоз*), назад (*грудний кіфоз*, або *горб*) та бічні викривлення (*сколіоз*) (мал. 49, 2). Найчастіше ці вигини виникають у дітей віком від 5 до 10 років, коли в хребцях та інших кістках грудної клітки ще багато хрящової тканини. Найпоширенішими причинами вад формування постави є недотримання гігієнічних правил (мал. 50): невідповідність висоти стола зросту дитини; спання на дуже м'якому або увігнутому ліжку; неправильна поза під час сидіння за робочим столом або партою. Це призводить до нерівномірного навантаження на хребет та м'язи спини; може спричинити викривлення хребта.



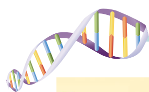
Мал. 50. Причини порушення постави. ***Завдання.*** *Назвіть профілактику порушень постави*

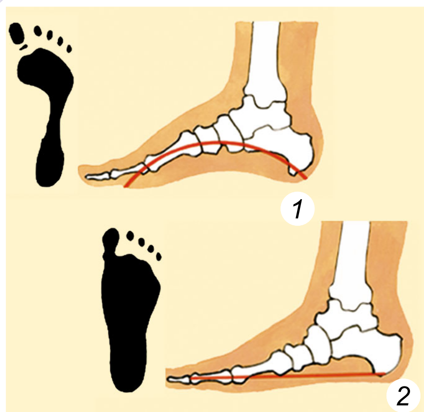
До розвитку вад постави призводять також недостатнє харчування, нестача вітамінів. Тривалі негативні емоції, перевтома знижують тонус м'язів та їхню роль у підтриманні постави.

У разі викривлення хребта зменшується його рухливість. Виникають м'язові болі у спині. В особливо важких випадках змінюється положення внутрішніх органів, що призводить до розладів у їхній діяльності, і відповідно – до зниження працездатності людини.



Лікування викривлень хребта базується на виконанні спеціальних гімнастичних вправ під наглядом спеціаліста. Щоб запобігти виникненню викривлень, потрібно уникати непомірних навантажень на хребет, ліжко повинно бути твердим і рівним, сон – достатнім, їжа – різноманітною та багатою на вітаміни. Освітлення робочого місця має бути достатнім, а положення за столом – правильним.





Мал. 51. Нормальна стопа (1), плоскостопість (2)

Переносячи вантажі, рівномірно навантажуйте обидві руки; за столом сидіть рівно, не згинайтеся убік; регулярно виконуйте фізичні вправи для поліпшення постави. Важливо пам'ятати: запобігти порушенням постави легше, ніж їх усунути.

До вад розвитку опорно-рухової системи в дитячому віці належить і ***плоскостопість*** (мал. 51, 2) – сплющення склепіння стопи, через що воно зменшується. Як наслідок, стискуються кровоносні судини, порушується кровообіг стопи, постійно подразнюються її нервові закінчення. Це, у свою чергу, спричиняє больові відчуття в ногах і зміну ходи. У людини з плоскостопістю ноги швидко втомлюються. Плоскостопість розвивається внаслідок слабкості м'язів стопи, надмірної маси тіла, носіння взуття на високих підборах. Плоскостопість може бути як вродженою (досить рідко), так і набутою.



До плоскостопості може призводити носіння тісного взуття. Для профілактики плоскостопості потрібно стежити за своєю поставою, правильно підбирати взуття. Корисні заняття гімнастикою і спортом, а також ходіння босоніж по піску. За перших ознак плоскостопості слід звернутися до лікаря-ортопеда[1]. У взуття вкладають спеціальні устілки. Що раніше виявлено цю ваду, то легше її лікувати.

Що таке гіподинамія? Який її вплив на розвиток опорно-рухової системи? Знижена рухова активність – ***гіподинамія*** – дуже небезпечна в дитячому і шкільному віці, бо негативно впливає на формування опорно-рухового апарату, серцево-судинної, ендокринної та інших систем, знижує опір до збудників інфекційних хвороб.

Гіподинамія спричинює зниження не тільки фізичної, а й розумової працездатності, життєвого тонусу, а це призводить до обмеження соціальної активності, прагнення і волі переборювати труднощі.

Як взаємопов'язані фізична культура і здоров'я? Струнка постава, гармонійно розвинене тіло завжди привертали до себе увагу. Вони оспівані поетами, відображені в численних творах художників і скульпторів. У поєднанні з духовністю, розумом і здоров'ям гармонія тіла становить найбільший скарб, яким може володіти людина.

Правильне формування опорно-рухової системи насамперед потребує систематичної роботи м'язів. Це сприяє збільшенню їхньої маси, що, у свою чергу, зумовлює посилений ріст кісток, до яких м'язи прикріплені. Отже, що краще розвинена скелетна мускулатура, то міцнішим стає скелет.

[1] Ортопед – лікар, який займається профілактикою та лікуванням стійких порушень форми хребта та кінцівок.



Навіть короткочасні вправи, якщо їх виконувати щодня, сприяють зростанню сили м'язів. Правильно дозована фізична праця та вправи, а також періоди навчання забезпечують гармонійний розвиток особистості: вони підвищують фізичну й розумову працездатність.

Ключові терміни і поняття: **постава, патологічні лордоз і кіфоз, сколіоз, плоскостопість, гіподинамія.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які вікові зміни відбуваються в опорно-руховій системі людини? 2. Що таке постава? Які ознаки правильної та неправильної постави? 3. Назвіть правила запобігання порушенням постави. 4. Які умови нормального формування опорно-рухової системи людини? 5. Чому і як плоскостопість впливає на організм?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Назвіть можливу причину виникнення плоскостопості: а) нерегулярні заняття спортом; б) спання на дуже увігнутому ліжку; в) носіння тісного взуття; г) неправильна поза під час сидіння за партою.

2. Укажіть назву бічних викривлень хребта: а) патологічний лордоз; б) грудний кіфоз; в) сколіоз; г) горб.

Обговоріть у групах. І група. Схарактеризуйте негативні чинники, що впливають на розвиток опорно-рухової системи. ІІ група. Розкрийте взаємозв'язок фізичної культури і здоров'я людини.

Поміркуйте. Чому не слід постійно перевантажувати м'язи в дитячому віці?

Творче завдання. 1. Виконайте проєкт з використанням комп'ютерної презентації «Рухова активність – основа фізичного здоров'я». 2. Проведіть спостереження щодо впливу фізичних вправ на формування скелетних м'язів. Якщо ви не робите фізичної зарядки і не займаєтеся спортом, то почніть це робити регулярно. Якщо ви займаєтеся спортом регулярно, то поступово збільшуйте навантаження на м'язи. Перед початком спостережень виміряйте обсяг плеча в найширшому місці двоголового м'яза під час його скорочення. Виміряйте також обсяг гомілки випростаної ноги в найширшому місці литкового м'яза. Щомісяця повторюйте ці виміри, заносячи результати до таблиці.



Тема 3

ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

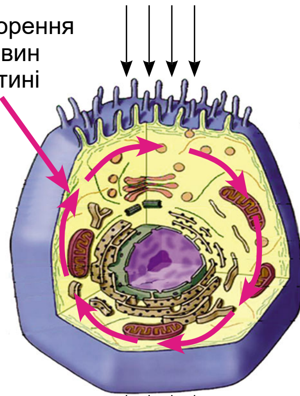
У чому полягає роль обміну речовин і перетворення енергії як основної властивості живого? Яке значення компонентів харчових продуктів? Як змінюються харчові та енергетичні потреби організму людини залежно від виду її діяльності?

§12. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ – ОСНОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЙОГО НОРМАЛЬНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ

Пригадайте, які організми належать до гетеротрофів. Які вуглеводи запасаються в клітинах грибів, рослин і тварин? Що таке гомеостаз?

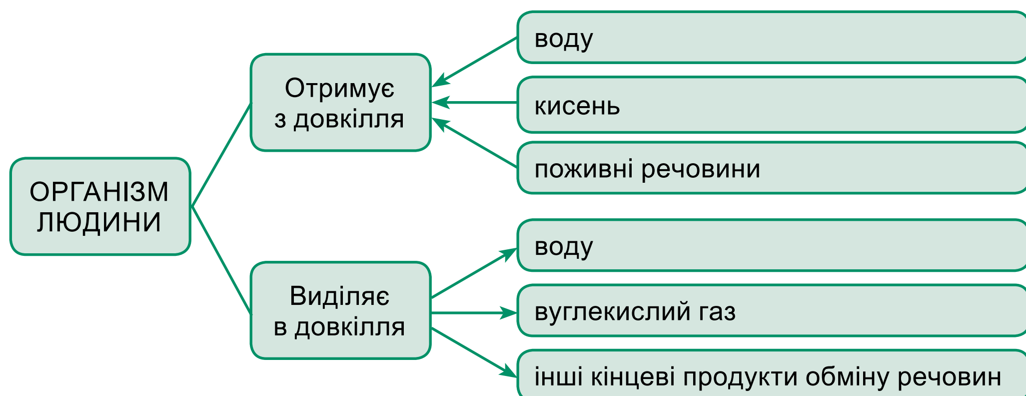
Основу існування нашого організму забезпечують процеси обміну речовин і перетворення енергії.

Що таке обмін речовин? Організм людини, як й інші біологічні системи, є відкритою системою (мал. 52). Тому неодмінною умовою існування нашого організму є надходження ззовні поживних речовин, що містять у собі енергію (*пригадайте*: *організм рослин здатний вловлювати й використовувати енергію світла*). Отримані ззовні речовини та енергія зазнають значних перетворень у нашому організмі. Поживні речовини засвоюються і енергія, що в них накопичена, використовується. Продукти обміну виводяться назовні (мал. 53). Обмін речовин ще називають ***метаболізмом***.



Мал. 52. Схема, що ілюструє клітину як відкриту систему

У процесах обміну речовин нашого організму беруть участь різні типи сполук – як органічні (білки, жири, вуглеводи тощо), так і неорганічні (неорганічні кислоти, солі, кисень, вуглекислий газ, вода та ін.). Процеси метаболізму забезпечують ріст і розвиток організму, дають змогу реагувати на подразники зовнішнього та внутрішнього середовища. Завдяки обміну речовин структури організму постійно оновлюються, підтримується динамічна сталість його внутрішнього середовища – гомеостаз.



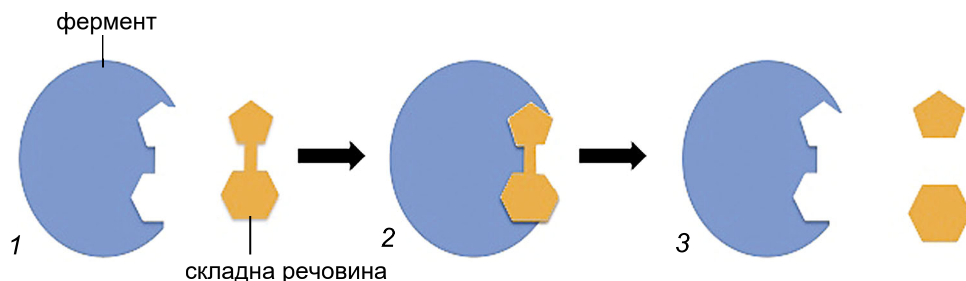
Мал. 53. Схема обміну речовин в організмі людини. ***Завдання.*** *Поясніть, які саме речовини людина отримує з навколишнього середовища безпосередньо, а які – з харчовими продуктами; які речовини організм людини виділяє в навколишнє середовище*



Обмін речовин, або метаболізм, – складний ланцюг перетворень різноманітних сполук в організмі, починаючи з моменту потрапляння їх із зовнішнього середовища й закінчуючи видаленням кінцевих продуктів, що виникли в процесі таких перетворень.

Основу обміну речовин становлять комплекси взаємопов'язаних біохімічних реакцій, які підтримують існування організму. Будь-яка біохімічна реакція не може здійснюватись без участі ферментів.

Що таке ферменти? Ферменти, або **ензими**, – це біологічно активні речовини, здебільшого білкової природи, здатні впливати на швидкість перебігу хімічної реакції. Уявіть: біохімічні реакції за участі ферментів відбуваються у 10^6–10^{12} разів швидше, ніж за їхньої відсутності. За кілька секунд чи навіть частки секунди в організмі відбувається складна послідовність реакцій, кожна з яких потребує участі свого специфічного ферменту. Одні з них прискорюють розщеплення складних органічних сполук на простіші, інші – забезпечують утворення власних речовин організму. Ланцюги взаємопов'язаних ферментативних реакцій загалом забезпечують обмін речовин і перетворення



Мал. 54. Механізм дії ферментів: 1 – зближення ферменту й складної речовини; 2 – взаємодія ферменту та речовини; 3 – складна речовина за участі ферменту розклалася на простіші



енергії в окремих клітинах та організмі в цілому. Жодна біохімічна реакція в організмах неможлива без участі ферментів.

Однією з головних особливостей ферментів є те, що їхня просторова структура відповідає просторовій структурі речовин, які вступають у реакцію, подібно до того, як відповідають ключ і замок (мал. 54). Тому ферментам притаманна специфічність: певний фермент може забезпечувати один або декілька типів подібних реакцій.

Яке значення для організму мають поживні речовини? Процеси обміну речовин складаються з реакцій двох типів: розщеплення складних органічних сполук до простіших – ***процеси дисиміляції,*** й одночасного утворення складніших сполук з простих – ***процеси асиміляції***. Зазвичай ці два процеси в організмі людини збалансовані. Але в організмі, що росте й розвивається, процеси асиміляції повинні переважати над процесами дисиміляції (*поміркуйте чому*).

Під час перебігу реакцій дисиміляції звільняється потрібна організму енергія. Реакції асиміляції натомість відбуваються з витратами енергії. Тому запаси енергії в організмі мають постійно відновлюватись.

Організм людини здатний запасати певні речовини і відповідно й накопичену в них енергію. Певна кількість жирів запасається в під-

Таблиця 1

ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗМУ БІЛКІВ, ЖИРІВ І ВУГЛЕВОДІВ

Поживні речовини	Енергетична функція в організмі людини	Інші функції органічних речовин в організмі людини	Основне джерело речовин (продукти харчування)
Білки	Під час окиснення 1 г білка вивільняється 17,2 кДж, або 72 ккал енергії	Будівельна (клітини та тканини тіла людини), регуляторна (гормони), транспортна (гемоглобін), захисна (антитіла, інтерферони)	Рослинні: бобові рослини (квасоля, боби, горох, соя). Тваринні: яйця, ікра, молоко, м'ясо, риба
Вуглеводи	Під час розщеплення 1 г вуглеводів вивільняється 17,6 кДж, або 72 ккал енергії	Запасаюча (глікоген), будівельна (наприклад, входить до складу глікокаліксу)	Рослинні: зернові (хлібо-макаронні вироби), рис, картопля, овочі, фрукти
Жири	Під час окиснення 1 г жирів вивільняється 38,9 кДж, або 164 ккал енергії	Запасаюча (жирові депо), теплоізоляційна, захисна (захищають шкіру від висихання і набрякання), будівельна (входять до складу клітинних мембран)	Рослинні: олії (соняшникова, оливкова, кукурудзяна тощо). Тваринні: масло, сало

шкірній жировій клітковині, сальнику тощо, а вуглеводів (у вигляді глікогену) – насамперед у клітинах печінки та м'язів. За потреби ця енергія може бути використана організмом.

Необхідна організмові енергія вивільняється внаслідок окиснення (білки, жири, вуглеводи) чи безкисневого розщеплення (вуглеводи) органічних сполук (*див. таблицю 1*).

У результаті біохімічних перетворень білки і вуглеводи можуть перетворитися на жири, а жири – на вуглеводи. Проте вуглеводи і жири ніколи не перетворюються на білки.



Для повноцінної життєдіяльності організму людини потрібно енергії приблизно 10 500 кДж на добу.

Обмін речовин і перетворення енергії в організмі людини регулюють нервова та ендокринна (за допомогою біологічно активних речовин, насамперед гормонів) системи.

***Ключові терміни і поняття*:** **метаболізм, дисиміляція, асиміляція, ферменти.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке обмін речовин? 2. З яких процесів складається обмін речовин? 3. Для чого потрібні запаси енергії в організмі людини? 4. Що таке ферменти? Яка їхня роль в обміні речовин? 5. Що собою становлять процеси дисиміляції? 6. Яка роль процесів асиміляції в забезпеченні метаболізму?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Зазначте, де в організмі людини переважно може відкладатись глікоген: а) у підшкірній жировій клітковині; б) у сальнику; в) у клітинах печінки; г) у кістках.

2. Укажіть назву процесів розщеплення органічних сполук в організмі людини: а) фотосинтез; б) асиміляція; в) екскреція; г) дисиміляція.

Поміркуйте. Що спільного й відмінного у процесах асиміляції та дисиміляції? Який зв'язок існує між ними?

З допомогою дорослих виконайте ***дослідницький практикум***.

Самоспостереження за співвідношенням маси тіла і зросту

Обладнання та матеріали: підлогові ваги, сантиметрова стрічка.

1. Станьте рівно біля стіни без взуття так, щоб торкатися стіни трьома точками: на рівні п'ят, сідничних м'язів і лопаток. Голову слід тримати прямо. За допомогою сантиметрової стрічки виміряйте свій зріст із точністю до 0,5 см. Дані запишіть у таблицю.

2. Зважтеся на підлогових вагах. Дані занесіть у таблицю.

3. Визначте свій масо-ростовий індекс. Для цього показник маси тіла поділіть на показник зросту. Кожному сантиметрові зросту має відповідати 350–400 г маси у хлопчиків і 375–425 г – у дівчаток. Якщо цифри менші, то можна говорити про недостатню масу, якщо більші – про надлишкову. Проаналізуйте, чому збільшилася маса тіла: через жирові відкладення чи внаслідок розвитку м'язів.



4. Визначте свій росто-масовий показник (у кг), віднімаючи від показника зросту цифру 100, якщо зріст дорівнює 155–164 см, або цифру 110, якщо зріст дорівнює 165–185 см.

Відхилення від середніх величин росто-масового показника свідчить про збільшення чи зменшення маси тіла через зміну маси м'язів або жирових відкладень.

§13. ЇЖА ТА ЇЇ КОМПОНЕНТИ. ХАРЧОВІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОТРЕБИ ЛЮДИНИ

Пригадайте *з курсу основ здоров'я*, що таке харчові продукти.

Які харчові продукти і в якій кількості ми маємо споживати, щоб наш організм залишався здоровий? Їжа – це поживні речовини, які людина споживає для підтримання життєдіяльності організму, насамперед для забезпечення його енергією та матеріалом для процесів асиміляції.

Харчові продукти – це об'єкти тваринного та рослинного походження, які використовують в їжу в натуральному чи переробленому вигляді. Речовини, які організм отримує з навколишнього середовища з їжею, зазнають змін і засвоюються клітинами. Основними компонентами харчових продуктів є органічні речовини (білки, вуглеводи, жири), вода та мінеральні солі. Їхній вміст у різних харчових продуктах тваринного і рослинного походження неоднаковий.

Харчові продукти тваринного походження (м'ясо, риба, молоко, яйця, вершкове масло тощо) – це основне джерело білків і жирів та частково вуглеводів. Особливу цінність становлять білки тваринного походження, оскільки організм людини здатний засвоювати їх майже повністю.



Відсутність у їжі білків не може бути зрівноважена жодними іншими сполуками. Відсутність білків у харчовому раціоні спричиняє важкі розлади обміну речовин, зниження фізичної та розумової працездатності, атрофію м'язів, зниження захисних властивостей організму.

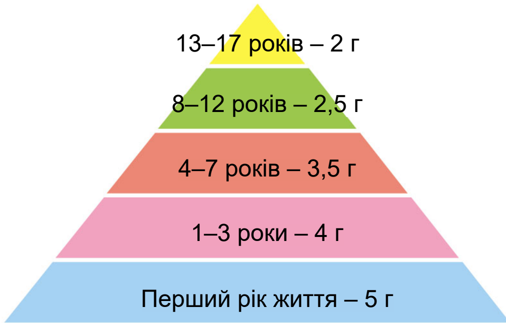
Жири тваринного походження надходять до організму переважно із салом, жирними м'ясом та рибою, вершковим маслом, молоком, сиром, сметаною тощо.

Вуглеводи у продуктах тваринного походження перебувають здебільшого у вигляді глікогену (печінка ссавців, птахів, риб).

Харчові продукти рослинного походження мають високий уміст вуглеводів, хоча до їхнього складу входять також білки та рідкі жири – олії (хліб, хлібобулочні, макаронні та круп'яні вироби, овочі, фрукти, соняшникова олія тощо).

Важливими параметрами харчових продуктів є їхня якість та харчова цінність. Під *якістю продуктів* розуміють сукупність їхніх властивостей, які забезпечують бажані смакові якості та є безпечні для здоров'я людини. *Харчова цінність* – це сукупність властивостей харчових продуктів, що забезпечують фізіологічні потреби людини в енергії та будівельному матеріалі. Вона визначається насамперед їхнім хімічним складом і ступенем засвоюваності нашим організмом.

Які харчові та енергетичні потреби людини? Потреба людини в харчових продуктах виражається енергією, що міститься в компонентах їхніх складників, і вимірюється у кілокалоріях (ккал). Одна кілокалорія відповідає кількості теплової енергії, потрібної для нагрівання 1 кг води на 1 °С. Потреба людини в поживних речовинах визначається її масою, віком і рівнем рухової активності. Що менше вік, то більше білків потрібно на 1 кг маси тіла (мал. 55).



Мал. 55. Діаграма добової потреби організму людини в білках (на 1 кг маси тіла) залежно від віку

Добову потребу в білках, жирах і вуглеводах для дітей і підлітків наведено в таблиці 2. Для дорослих необхідна кількість білка на добу на 1 кг маси становить 1–1,2 г. Фізична праця, заняття спортом потребують збільшення споживання білків на 20 % від загальних норм.

Таблиця 2

ДОБОВА ПОТРЕБА В БІЛКАХ, ЖИРАХ І ВУГЛЕВОДАХ (у г) ДЛЯ ДІТЕЙ І ПІДЛІТКІВ

Вік (роки)	Білки		Жири	Вуглеводи
	загальна кількість	з них тваринні білки		
12–14	90–110	64	90–100	350–380
15–17	100–120	68	90–110	420–450

У добовому раціоні дорослої людини доцільно використовувати білки, жири і вуглеводи у співвідношенні 1 : 1 : 4. У середньому за добу доросла людина повинна споживати 80–100 г білків (з них приблизно 50 г тваринного походження) і стільки само жирів (з них 25–30 г повинні бути рослинного походження), 350–400 г вуглеводів (на прості вуглеводи, наприклад глюкозу, повинно припадати 50–100 г). Ці норми потрібно корегувати залежно від умов праці. Так, при фізичній праці середньої важкості кількість білків необхідно збільшити до 120 г на добу, а при важкій праці – до 150 г. Тим, хто не займається фізичною працею, кількість жирів доцільно зменшити до 60 г на добу. Для юнаків рекомендоване добове споживання: білків – 113 г, жирів – 106 г, вуглеводів – 450 г, а для дівчат – 100, 90 і 383 г відповідно.

Яке значення неорганічних речовин в організмі людини? Вода є одним з найважливіших компонентів людського організму. Вона становить близько 65 % загальної маси тіла дорослої людини. Основна



функція води в організмі – розчинення більшості хімічних сполук, адже вона є універсальним розчинником. Усі життєві процеси, усі біохімічні перетворення речовин і виділення продуктів їхнього обміну можуть відбуватися в організмі лише за наявності води.



Для нормального функціонування організму потрібно, щоб уміст води в ньому залишався відносно сталим. Тому, безперервно втрачаючи воду, ми повинні регулярно поповнювати її запаси. За комфортної навколишньої температури людина за добу має споживати близько двох літрів води. У спеку, під час значних фізичних навантажень або під час хвороби потреба у воді зростає. У багатьох містах України воду перед вживанням рекомендують кип'ятити, користуватися фільтрами для очищення води або використовувати питну воду із чистих джерел.

Крім води, організму потрібні й інші неорганічні речовини. Вони підтримують сталість внутрішнього середовища організму, входять до складу багатьох тканин. Так, солі Натрію і Калію потрібні для роботи нервових і м'язових клітин. Солі Кальцію входять до складу кісток, зубів і беруть участь у процесах зсідання крові, скорочення м'язів. Ферум входить до складу молекул гемоглобіну, які переносять кисень. Йод потрібен для синтезу гормонів щитоподібної залози. Флуор входить до складу емалі зубів.

Основним джерелом неорганічних (мінеральних) речовин є рослинна їжа. Наприклад, Кальцію багато в бобових рослинах (квасоля, горох, боби, соя), у капусті, помідорах, щавлі, яблуках, грушах, сливах, суницях; Калію – у картоплі, столових буряках, абрикосах, сливах, винограді, гречці, кукурудзі; Феруму – у квасолі, салаті, буряках, огірках, ячмені, яблуках; Йоду – у зернових та овочах (картопля), фруктах, у морських водоростях (морська капуста).

Окремі неорганічні речовини містяться в продуктах тваринного походження: Кальцій – у молоці та молочних продуктах, яйцях птахів, рибі; Фосфор – у молочних і м'ясних продуктах, рибі, яйцях. Натрій надходить в організм у вигляді солі (кухонної солі), Флуор є в питній воді.

Що таке харчові добавки та яке їхнє значення? **Харчові добавки** – це речовини, які додають у продукти з технологічних міркувань, щоб подовжити термін їхньої придатності, змінити колір (барвники), надати певних смакових якостей тощо. Сучасна промисловість випускає продукцію з різноманітними харчовими добавками: консервантами, емульгаторами, стабілізаторами. У Європейському Союзі розроблено систему їхньої кодифікації: Е + тризначні цифри. Купуючи продукти харчування, завжди звертайте увагу на етикетку (паспортні дані продукту) (мал. 56). Слід обережно вживати продукти з високим умістом харчових добавок.

Склад: Борошно пшеничне вищого ґатунку, вода питна, олія рослинна (пальмова та соняшникова), сіль кухонна, підсилювач смаку (глутамат натрію, інозінат та гуанілат натрію), цукор, сушені овочі (морква, цибуля ріпчаста та зелена, селера, петрушка, кріп), ароматизатори "курка" та "біле куряче м'ясо", порошок часнику, порошок куркуми, покращувач якості макаронних виробів, камідь гуарова, соєвий лецитин, гідролізований рослинний протеїн, антиоксидант (ВНТ), перець чорний мелений, карамель, рослинна олія на основі пальмової/кокосової олії, порошок курячого м'яса, рибофлавін (вітамін В2), суміш токоферолів (вітамін Е), бета-каротин (вітамін А).

Мал. 56. Зразок етикетки продукту харчування

Цікаво знати 

Консерванти застосовують з метою довготривалого зберігання продуктів харчування. У певних дозах вони шкідливі для організму.

Емульгатори додають до продуктів харчування для збереження їхньої консистенції. Найпоширенішими є коди: Е400, Е559.

Стабілізатори (пектини, камеді) – це желеподібні речовини. Їх додають для згущення консистенції продуктів. У системі кодифікації Європейського Союзу для стабілізаторів присвоєно коди в діапазоні від Е407 до Е449.



На відміну від біологічно активних речовин, харчові добавки не мають біологічної активності. Їхнє призначення – підсилювати або відновлювати природний колір і смак продукту, продовжувати термін зберігання продуктів, захищаючи їх від мікроорганізмів: бактерій і грибів.

Деякі з харчових добавок можуть бути шкідливими для здоров'я людини. До заборонених належать: барвники Е121 (цитрусовий червоний 2), Е123 (амарант), Е128 (червоний 2G); консерванти Е216 (пара-гідроксибензойної кислоти пропіловий етер) Е217 (пара-гідроксибензойної кислоти пропілового етеру натрієва сіль), Е240 (формальдегід).

Причиною алергічних реакцій, особливо в людей, які до них схильні, можуть стати харчові добавки, позначені як: Е230, Е231, Е232, Е239, Е311–Е313. На жаль, цей перелік можна продовжувати.

Отже, піклуючись про власне здоров'я, слід уникати харчових продуктів, у виробництві яких використано багато харчових добавок.

Ключові терміни і поняття: **продукти харчування, харчові добавки.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке харчові продукти? Якими можуть бути їхні компоненти? 2. Чому харчові продукти не тільки забезпечують наш організм енергією, а й потрібні для росту? 3. Що мають на увазі під харчовою цінністю та харчовою якістю продуктів? 4. Що таке харчові добавки? Для чого їх використовують?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть хімічний елемент, потрібний насамперед для синтезу гормонів щитоподібної залози: а) Ферум; б) Йод; в) Натрій; г) Калій.

2. Укажіть хімічний елемент, який входить до складу гемоглобіну: а) Ферум; б) Йод; в) Натрій; г) Кальцій.

3. Укажіть основне джерело Флуору: а) бобові; б) питна вода; в) кухонна сіль; г) фрукти.

Поміркуйте. Процес припинення життєдіяльності організму через його зневоднення настає раніше, ніж через відсутність їжі. Втрата води понад 20 % маси тіла для людини смертельна. Чим це пояснити?

Творче завдання. Перегляньте етикетки продуктів харчування, які ви придбали в магазині. Зверніть увагу на харчові добавки, зазначені на них. За допомогою різних джерел інформації визначте ці добавки та їхній вплив на організм людини.



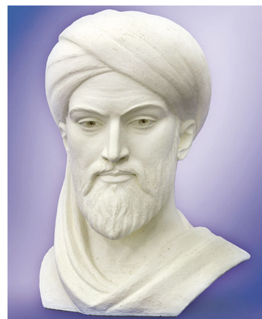
§14. ЗНАЧЕННЯ ЗБАЛАНСОВАНОГО ХАРЧУВАННЯ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я

Пригадайте *з курсу основ здоров'я*, що таке збалансоване харчування.

Збалансоване (раціональне) харчування та його значення для здоров'я людини. З давніх-давен люди надавали великого значення харчуванню як засобу збереження здоров'я.

Цікаво знати

Авіценна (Ібн Сіна) (мал. 57) – відомий арабський лікар, один із засновників гігієни харчування, який перший розробив правила раціонального харчування.



Мал. 57. Авіценна (980–1037)



***Збалансоване*, або *раціональне*, *харчування* – це таке харчування, коли якість і кількість їжі відповідають потребам організму. Насамперед ці потреби визначаються тим, яку кількість енергії витрачає організм у процесі власної життєдіяльності.**

Енергетичні витрати організму визначають за ***основним обміном*** – тією найменшою кількістю енергії, яка потрібна для забезпечення нормальної життєдіяльності організму за умов максимального фізичного, інтелектуального та емоційного спокою, а саме: у стані бадьорості, вранці після сну, лежачи, натщесерце, за відсутності сторонніх подразників і за температурного комфорту (+18...+23 °С).

За цих умов енергія витрачається лише на забезпечення роботи внутрішніх органів (біохімічні процеси, що відбуваються у клітинах, роботу серця, дихальні рухи тощо).

Основний обмін залежить від різних чинників: статі, віку, функціонального стану організму, виконуваної роботи. Для людини середньої маси, середнього зросту та середнього віку добове значення основного обміну становитиме приблизно 7000 кДж. Звичайно, для здійснення фізичної роботи організм витрачатиме ще певну кількість енергії (*див. таблицю 3*).

Таблиця 3

СЕРЕДНІ ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ ЗА ДОБУ (КДЖ) ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ДІЯЛЬНОСТІ

Вид діяльності	Середні витрати енергії за добу (кДж)	
	загальні	у перерахунку на 1 кг маси тіла
Переважно розумова праця	13 470	167
Легка фізична праця	15 100	180
Фізична праця середньої важкості	17 300	193
Важка фізична праця	19 950	222
Особливо важка фізична праця	22 940	255

Отже, знаючи, яка кількість енергії звільняється під час розщеплення 1 г різних органічних сполук (білків, жирів і вуглеводів), а також те, скільки енергії витрачає людина впродовж доби, можна розрахувати її ***добовий раціон*** – ту кількість їжі, яку людині треба спожити, щоб відновити енергетичні витрати.

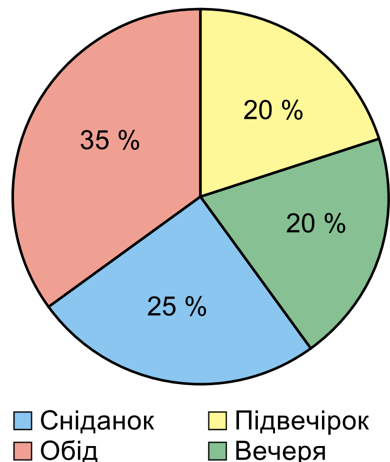
Під ***нормою харчування*** розуміють забезпечення фізіологічних потреб організму людини в основних поживних речовинах. Під час розрахунку норм харчування враховують такі показники: енергетичні витрати організму, кількісний і якісний склад їжі, енергетичну цінність їжі, оптимальне збалансування поживних речовин.

Норму харчування розраховують не лише відповідно до затрат енергії, а й біологічної повноцінності їжі. Жоден продукт не може повністю задовольнити потреби організму в усіх поживних речовинах. Наприклад, у м'ясі є необхідні білки, але в ньому недостатньо вітамінів, мінеральних речовин. У хлібі багато вуглеводів, але мало інших, потрібних організму, речовин, зокрема білків. Тому слід вводити в раціон як білкові та вуглеводні продукти, тваринні й рослинні жири, так і овочі, фрукти та ягоди, багаті на вітаміни і мінеральні солі.



Важливим принципом раціонального харчування є дотримання **енергетичного балансу організму**. Це означає, що кількість енергії, яка надходить до організму з їжею, має відповідати енергетичним витратам організму. Нестача енергії в організмі призводить до його виснаження. Тому організм потрібно постійно поповнювати поживними речовинами.

Яким має бути харчовий раціон людини? Як його складають? Складаючи харчовий раціон, слід враховувати засвоюваність харчових продуктів. Так, їжа тваринного походження засвоюється в середньому на 90 %, рослинного – на 80 %, а змішана їжа – на 85 %. Їжа має бути смачно приготована, повинна мати приємний вигляд та запах, що збуджує апетит і стимулює діяльність травних залоз. Певні натуральні харчові добавки, наприклад прянощі (перець, гірчиця тощо) чи пряні овочі (цибуля, часник, хрін тощо), збуджують апетит. Потрібно їсти кілька разів на день (найкраще – чотири), невеликими порціями і без поспіху (мал. 58). Інтервал між споживанням їжі не повинен перевищувати шість годин.



Мал. 58. Співвідношення добового раціону

Важливо, щоб у добовому раціоні було досить овочів. Вони містять клітковину, що хоч і не перетравлюється, але сприяє руховій активності шлунково-кишкового тракту. М'ясні й рибні страви рекомендують споживати в першій половині дня. Вони містять речовини, які збуджують нервову систему. Для вечері кращі страви молочні та овочеві.

Харчування має бути повноцінним і достатнім. Надмірне споживання їжі, особливо багатої на вуглеводи та жири, може призвести до ***ожиріння***. Унаслідок цього



розвиваються хвороби серця, травної і видільної систем, прискорюється старіння організму та скорочується тривалість життя людини.

Недостатнє харчування (особливо нестача білків) призводить до зменшення м'язової маси, затримує ріст і розвиток, знижує імунітет, що сприяє збільшенню частоти інфекційних хвороб.

Що таке вітаміни і яке їхнє значення для організму людини? **Вітаміни** – біологічно активні речовини різної хімічної природи, неодмінні учасники обміну речовин. За відсутності в харчовому раціоні вітамінів порушуються процеси нормального обміну речовин. Ще в V ст. до н. е. давньогрецький лікар Гіппократ своїм пацієнтам з порушенням зору рекомендував їсти пташину і коров'ячу печінку. Нині ми знаємо, що печінка – це джерело вітамінів А (а також B_2, B_{12}), К і Е, які потрібні для нормального функціонування організму.

Цікаво знати

Існування вітамінів як біологічно активні сполуки, потрібні забезпечення нормального функціонування організму людини і тварин, відкрив видатний учений і лікар **Лунін Микола Іванович** (1854–1937). Його дослідження підтвердив нідерландський лікар **Христіан Ейкман** (1858–1930). Він помітив, що кури, які споживали очищений рис хворіли на захворювання, що нагадувало бері-бері[1]. Натомість кури, які споживали неочищений рис на це захворювання не страждали. Назву «вітаміни» (від лат. *віта* – життя та *аміни* – речовини, що містять аміногрупу) запропонував 1911 р. польський учений **Казимир Функ** (1884–1967). Він розробив препарат, незначна кількість якого виліковувала хворобу бері-бері. К. Функ висловив припущення, що й інші хвороби, такі як цинга, рахіт, також можуть спричинюватися нестачею певних речовин у харчовому раціоні людини. Американський біохімік **Елмер Вернер Макколлум** (1879–1967) 1913 р. запропонував позначати вітаміни літерами латинського алфавіту: А, В, С, D тощо. У 1922 р. він відкрив вітаміни D і Е.

Добова потреба у вітамінах – лише кілька міліграмів. Незважаючи на невеликий уміст в організмі, вітаміни відіграють надзвичайно важливу роль в обміні речовин та енергії. Багато вітамінів входить до складу ферментів, деякі потрібні для утворення гормонів.

За відсутності вітамінів в організмі виникають захворювання – ***авітамінози***, за їхньої нестачі – ***гіповітамінози***. Негативно на організм людини впливає і надлишок умісту вітамінів в організмі.

Нині відомо близько 50 вітамінів, які поділяють на дві групи: водорозчинні та жиророзчинні. До ***водорозчинних*** відносять вітаміни групи В (відомо 15 вітамінів), вітаміни Р, С та ін; до ***жиророзчинних*** – А, D, Е, К тощо. Жиророзчинні вітаміни засвоюються організмом лише в поєднанні із жирами (олією, сметаною, вершковим маслом тощо).

Вітаміни швидко розкладаються. Більшість з них не відкладається про запас і не синтезується в організмі. Тому необхідно постійно вживати продукти, що містять вітаміни. Головне джерело вітамінів – свіжі фрукти, овочі, а також вершкове масло, молоко та м'ясо.

[1] Хвороба людини, спричинена нестачею вітаміну В1. Супроводжується зниженням апетиту, погіршенням травлення, болем у м'язах ніг, підвищеною подразливістю та зниженою працездатністю.

Неправильне зберігання або кулінарна обробка продуктів харчування призводить до руйнування більшості вітамінів. Наприклад, вітамін С легко руйнується під дією світла, кисню повітря, тепла, контакту з посудом. Вітамін B_1 чутливий до нагрівання. Вітаміни А, Е, К, B_2, B_6 і β-каротин (провітамін А) дуже чутливі до світла і кисню, але витримують дію високої температури. (Провітаміни – це речовини – попередники вітамінів.)



- Масло зберігайте в посудині із закритою кришкою.
- Овочі та зелень зберігайте в темному прохолодному місці. Що швидше ви їх використаєте, то більше вітамінів отримає організм.
- Моркву, буряки, редиску мийте нечищеними перед самим приготуванням.
- Нарізати овочі слід ножем з нержавіючої сталі, краще великими шматками, а невеликі бульби – готувати цілими.
- Овочі для варіння потрібно класти в киплячу воду.
- Надавайте перевагу нетривалій кулінарній обробці продуктів (готування на парі, запікання у фользі тощо).
- Смаження – вид кулінарної обробки харчових продуктів, під час якого найбільше руйнується вітамінів.

Важливий внесок у розвиток учення про вітаміни належить видатному вченому, засновнику української школи біохіміків, **Олександру Володимировичу Палладіну** (1885–1972). Він вивчав зв'язок між нестачею вітамінів і розвитком у людини таких захворювань, як скорбут (або цинга, спричиняє нестача вітаміну С) та поліневритом (проявляється як множинне запалення периферичних нервів; причина – нестача вітамінів групи В). *Завдання:* підготуйте презентацію про цього вченого.

Ключові терміни і поняття: **збалансоване харчування, надмірне харчування, недостатнє харчування, енергетичний баланс організму, вітаміни.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке енергетичний баланс організму? 2. Чим характеризуються харчові продукти рослинного та тваринного походження? 3. Чому відсутність білків у їжі порушує нормальне функціонування організму людини? 4. Чому як надмірне, так і недостатнє харчування призводять до розвитку захворювань?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть захворювання, яке спричинене відсутністю в організмі певного вітаміну: а) авітаміноз; б) гіповітаміноз; в) гіпервітаміноз.

2. Укажіть співвідношення білків, жирів і вуглеводів у харчових продуктах за умови раціонального харчування: а) 2 : 2 : 1; б) 1 : 1 : 2; в) 1 : 1 : 4; г) 1 : 1 : 6.

Розв'яжіть задачу.

Визначте енергетичну цінність 50 г пшеничного хліба, якщо білків у ньому 2,85 г, жирів 0,2 г та вуглеводів 28 г. Виберіть правильну відповідь: а) 53,8 кДж; б) 538,4 кДж; в) 481,6 кДж; г) 48,1 кДж.

Творче завдання. Разом із членами своєї сім'ї підготуйте проєкт «Збалансоване харчування».



Тема 4

ТРАВЛЕННЯ

Що відбувається в організмі людини з їжею? Завдяки чому це відбувається? Яка будова і які функції органів травлення? Які бувають шлунково-кишкові захворювання? Які їхні причини і перебіг? Як захистити себе від них?

§15. ЗНАЧЕННЯ ТРАВЛЕННЯ. СИСТЕМА ОРГАНІВ ТРАВЛЕННЯ

Пригадайте, як побудована травна система ссавців. Які методи використовують для вивчення стану організму людини?

Що таке травлення? Ви вже знаєте, що існування організму, нормальний перебіг процесів життєдіяльності можливий лише за умови витрат органічних речовин і енергії та постійного відновлення їх. Однак для того, щоб речовини їжі, які надходять в організм, могли замінити витрачені, вони мають зазнати певних фізичних і хімічних перетворень в органах травної системи.

Речовини, які утворюються в результаті реакцій розкладу, через стінки шлунково-кишкового тракту потрапляють у кров і лімфу завдяки процесам ***всмоктування***. Саме процеси розщеплення і всмоктування є головними процесами травлення. Далі поживні речовини з кров'ю та лімфою транспортуються до всіх тканин та органів.

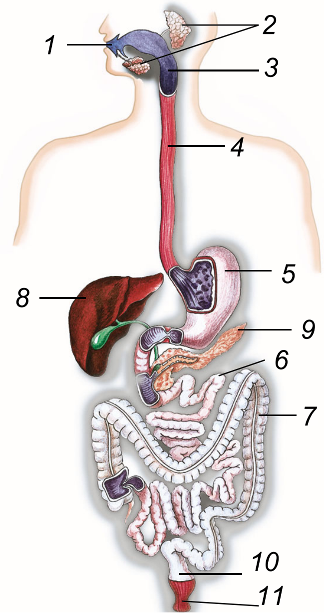


Травлення — **сукупність процесів механічної обробки їжі та хімічного розщеплення її компонентів на сполуки, які організм здатний засвоювати та включати в обмін речовин.**

Як побудована травна система людини і які її основні функції? Травна система людини анатомічно та функціонально поділена на травний канал і допоміжні органи травної системи. Загальна довжина травного каналу становить 8–10 м. Він простягається від ротового отвору до анального.

Травний канал послідовно поділений на ротову порожнину, глотку, стравохід, шлунок, тонкий і товстий відділи кишківника, який закінчується прямою кишкою з анальним отвором.

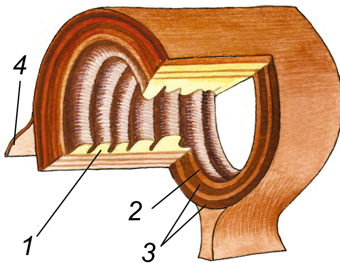
Допоміжними органами травної системи є зуби, язик, а також травні залози: слинні, печінка із жовчним міхуром і підшлункова залоза (мал. 59).



Мал. 59. Будова травної системи людини:
1 – ротова порожнина; 2 – слинні залози;
3 – глотка; 4 – стравохід; 5 – шлунок; 6 – тонкий кишківник; 7 – товстий кишківник; 8 – печінка;
9 – підшлункова залоза; 10 – пряма кишка;
11 – анальний отвір

Основні функції травної системи такі:

- ***рухова функція*** забезпечує захоплення їжі, її подрібнення, змішування з травними соками, просування її по травному тракту, виведення неперетравлених решток назовні;
- ***секреторна функція*** забезпечує виділення травних соків і слизу, гормонів, які регулюють діяльність травної системи;
- ***функція розщеплення*** забезпечує розщеплення складних молекул на їхні складові під дією травних ферментів;
- ***функція всмоктування*** забезпечує перехід води, мінеральних речовин, вітамінів і продуктів розщеплення молекул білків, жирів і вуглеводів у кров або лімфу;
- ***функція виділення*** полягає у виведенні з організму через кишківник деяких продуктів обміну речовин, насамперед неперетравлених решток їжі.



Мал. 60. Оболонки травного каналу:
1 – слизова;
2 – підслизова;
3 – м’язова; 4 – серозна

Стінка травного каналу складається із чотирьох оболонок: слизової, підслизової, м’язової та серозної (мал. 60). Кожна з них побудована певним типом тканин і виконує свої функції в процесах травлення.

Внутрішня ***слизова оболонка*** травного каналу виділяє слиз, який захищає його від механічного пошкодження твердими частками їжі та полегшує її просування. Крім слизу, клітини цієї оболонки виділяють травні ферменти, гормони та деякі інші речовини. Слизова оболонка, крім секреторної, виконує функцію всмоктування продуктів травлення та знезараження їх.

Підслизова оболонка побудована зі сполучної тканини. У ній міститься дуже багато кровоносних і лімфатичних судин та нервів. Вони регулюють секреторну функцію слизової оболонки. ***М’язова оболонка*** побудована з двох шарів непосмугованих м’язів. У внутрішньому шарі м’язові волокна розміщені кільцеподібно, а в зовнішньому – уздовж травного каналу. Між м’язами розташовані нерви, які регулюють рухи травного каналу. ***Серозна оболонка***, утворена сполучною тканиною, вкриває травний канал ззовні. У ній містяться судини та нервові волокна.

Черевну порожнину вистеляє щільна двошарова сполучнотканинна оболонка – **очеревина**. Вона захищає органи травлення, утримує їх у



певному положенні. Речовина, яку виділяє очеревина, пом'якшує рухи органів травлення.

Процеси травлення поділяють на:

- ***порожнинне***, яке відбувається в порожнині шлунково-кишкового тракту. Воно складається з процесів механічної та хімічної обробки їжі. Механічна обробка їжі полягає в її подрібненні, зволоженні, перемішуванні з травними соками, набряканні та розчиненні. Хімічна обробка їжі відбувається теж поетапно: спочатку в ротовій порожнині, потім у шлунку і зрештою – у кишківнику;
- ***пристінкове*** травлення відбувається на поверхні внутрішньої оболонки травного каналу на мембрані клітин.

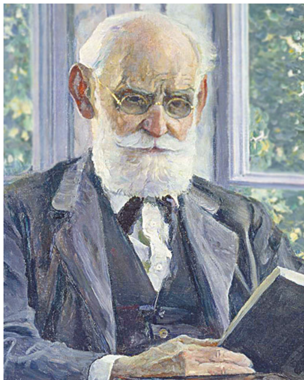
Хімічні перетворення їжі здійснюються під впливом ферментів. Їх ще називають *біологічними каталізаторами*. Утворюються травні ферменти в клітинах травних залоз, які їх виділяють у складі слини й травних соків: шлункового, кишкового, підшлункової залози. Кожен з ферментів прискорює тільки певну хімічну реакцію: одні розщеплюють білки, інші – вуглеводи або жири тощо.

Травні ферменти починають розщеплювати компоненти їжі в травному каналі. Продукти розщеплення усмоктуються у кров і лімфу. Завершуються ці процеси у клітинах. Там утворюються органічні сполуки, необхідні організмові.

Активність ферментів залежить від умов, у яких вони перебувають, насамперед від: температури та кислотності середовища (лужне, кисле, нейтральне). Наприклад, у разі підвищення температури тіла до +38 °С активність ферментів зростає. Подальше підвищення температури тіла, навпаки, знижує їхню активність. Одні ферменти активні в слабколужному середовищі (ферменти слини, травних соків кишок), інші – у кислому (ферменти шлунка).

Цікаво знати

Ферменти, які перетравлюють їжу, здатні перетравлювати і тканини власного тіла. Запобігає цьому те, що більшість синтезованих ферментів виділяється в неактивному стані й активними стають лише в порожнині травного каналу. Слиз також захищає стінку травного каналу від дії травних ферментів.



Мал. 61. І.П. Павлов (1849–1936)

Як досліджують функції органів травлення?

Підвалини сучасної фізіології травлення заклали дослідження видатного російського фізіолога І.П. Павлова (мал. 61). Він встановив закономірності виділення слини, шлункового соку, соків підшлункової залози й жовчі, визначив склад травних соків, вивчив регуляцію травлення. За ці праці І.П. Павлова 1904 р. було удостоєно Нобелівської премії.

Органи травлення досліджують різними методами. *Зондування* – уведення в порожнину шлунка або дванадцятипалої кишки гнучкої

трубки – зонда (мал. 62, 1) для отримання з метою подальшого дослідження шлункового та кишкового соку.

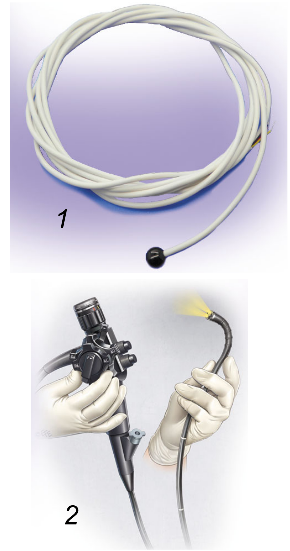
Ендоскопія – уведення в травний канал спеціальних освітлювальних приладів зі світловодами (мал. 62, 2), щоб безпосередньо оглянути порожнину та стінки травного каналу.

Ультразвукова діагностика (УЗД) фіксує зображення внутрішніх органів унаслідок відбиття від їхньої поверхні ультразвукових хвиль.

Рентгенівська комп'ютерна томографія дає змогу отримати на екрані комп'ютера зображення глибинних шарів досліджуваного органа.

За допомогою *радіоелектронних методів* досліджують кишкове середовище. Так звані радіопілюлі – пристрої, оснащені датчиком, передають інформацію за допомогою радіохвиль.

Рентгенографія дає змогу отримати тіньове зображення органа чи його частини на рентгенівській плівці внаслідок проходження крізь них рентгенівських променів.



Мал. 62. 1. Зонд. 2. Ендоскоп

Ключові терміни і поняття: **порожнинне травлення, пристінкове травлення, травний канал, травні залози.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. З яких органів складається травна система людини? 2. Яку роль відіграє травна система в обміні речовин? 3. Що таке травлення? Яка функція ферментів у процесах травлення? 4. Які методи дослідження органів травлення ви знаєте?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Позначте функцію травної системи, яка полягає в механічному обробленні їжі: а) рухова; б) секреторна; в) видільна; г) всмоктувальна.

2. Позначте функцію травної системи, що полягає в утворенні й виділенні слини: а) рухова; б) секреторна; в) розщеплення; г) всмоктувальна.

3. Виберіть ознаку, характерну для видільної функції травної системи: а) утворення травних соків; б) виведення з організму деяких продуктів обміну речовин; в) всмоктування білків, жирів, вуглеводів.

Установіть правильну послідовність органів, які утворюють травний канал, починаючи з ротової порожнини: а) пряма кишка з анальним отвором; б) глотка; в) ротова порожнина; г) тонкий кишківник; д) стравохід; е) шлунок; є) товстий кишківник.

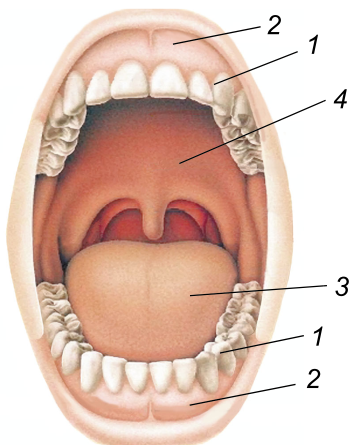
Поміркуйте. Чи можуть відбуватися процеси травлення за відсутності ферментів?



§16. ПРОЦЕСИ ТРАВЛЕННЯ В РОТОВІЙ ПОРОЖНИНІ ТА ШЛУНКУ

Пригадайте будову зубів ссавців. Які різновиди зубів є у ссавців?

Яка будова ротової порожнини? Ви вже знаєте, що травний канал починається ротовою порожниною. У ній оцінюється смак їжі, визначається її придатність (їстівне чи неїстівне), починаються процеси механічного (пережовування) та хімічного (розщеплення за участі ферментів) перетворення їжі. Ззовні ротова порожнина обмежена губами й щоками. Верхню стінку ротової порожнини утворює *піднебіння.* Передня його частина – це *тверде піднебіння*, основою якого є кістки, а задня – *м'яке піднебіння,* утворене м'язами. Обидві частини піднебіння вкриті слизовою оболонкою (мал. 63).



Мал. 63. Будова ротової порожнини: 1 – зуби; 2 – ясна; 3 – язик; 4 – піднебіння

Язик і визначення смаку їжі в ротовій порожнині. **Язик** – це рухливий м'язовий орган, утворений м'язовою посмугованою скелетною тканиною, на слизовій оболонці якого містяться смакові рецептори. Завдяки цим рецепторам ми розрізняємо кисле, солодке, солоне, гірке і таким чином визначаємо смак їжі, а також якість речовин, що надійшли до ротової порожнини (нехарчові або шкідливі речовини рефлекторно викидаються з неї). Крім того, язик бере участь у перемішуванні їжі, ковтанні, а разом з губами та зубами – у формуванні членороздільних звуків мови.

Зуби та механічне оброблення їжі. У ротовій порожнині розміщені зуби, які слугують для захоплення, відкушування і пережовування їжі. Їхні корені закріплені в зубних альвеолах (зубних лунках) – заглибинах у верхній та нижній щелепах. Слизова оболонка, що вкриває зубні відростки щелеп, утворює *ясна* (див. мал. 63).

Вивчимо зовнішню будову зубів (за муляжами чи моделями) під час виконання лабораторного дослідження.

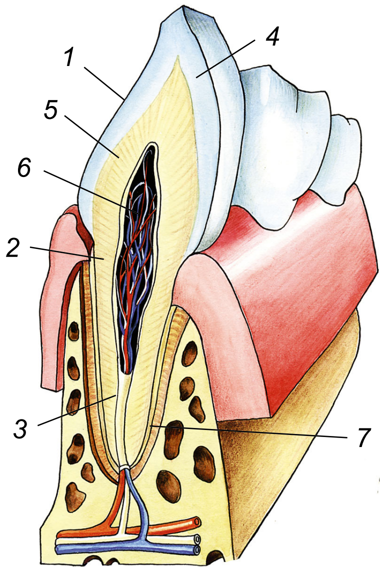


Лабораторне дослідження зовнішньої будови зубів (за муляжами, моделями)

Обладнання та матеріали: муляжі зубів, нижньої і верхньої щелеп.
1. Розгляньте на муляжах нижньої і верхньої щелеп розміщення зубів.
2. Зверніть увагу на розміри зубів, їхню форму.
3. Порівняйте зовнішню будову різних зубів і поясніть їхнє призначення.

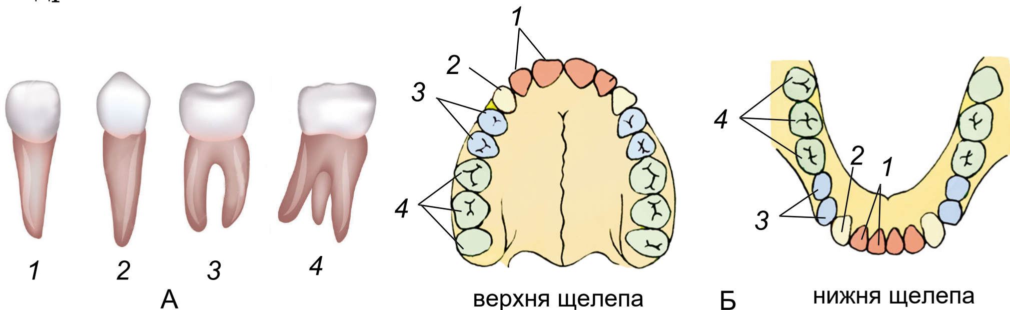
Усі зуби мають загалом однаковий план будови. Кожний зуб складається з коронки, шийки та кореня (мал. 64). ***Коронка*** виступає над яснами і ззовні вкрита твердою зубною ***емаллю***. Вона запобігає стиранню зуба та проникненню в нього мікроорганізмів. Під емаллю міститься-

Мал. 64. Будова зуба: 1 – коронка; 2 – шийка; 3 – корінь; 4 – емаль; 5 – дентин; 6 – пульпа; 7 – цемент



ся речовина, за будовою схожа на кісткову тканину, – ***дентин*** (від лат. *дент* – зуб; саме тому лікаря, який лікує вам зуби, називають *дантистом*). Усередині зуба є порожнина, заповнена пухкою сполучною тканиною, судинами і нервами, – ***пульпа***. Місце переходу коронки в корінь – ***шийка зуба*** – занурена в ясна. ***Корінь зуба*** оточений твердою речовиною – ***зубним цементом***. Він кріпить зуб до кістки щелепи. Корінь зуба має отвір, через який у нього входять кровоносні судини й нерви.

Зуби мають різну кількість коренів: один корінь мають різці (їх по 4 на кожній щелепі) та ікла (їх по 2), два корені – малі кутні зуби (їх по 4) і три корені – великі кутні зуби (їх по 6) (мал. 65). Різці та ікла відкушують їжу, а малі та великі кутні зуби її подрібнюють.



Мал. 65. Зовнішня будова (А) і розміщення зубів на щелепах (Б): 1 – різці; 2 – ікла; 3 – малі кутні; 4 – великі кутні

Зуби ростуть двічі: спочатку в людини з’являється 20 молочних, а потім – 28–32 постійних зуби.

Цікаво знати

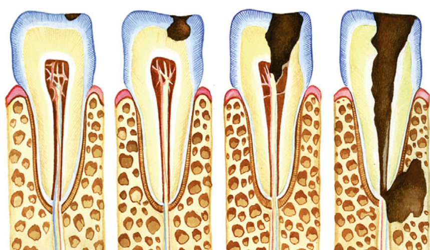
Починаючи приблизно із 6-го місяця після народження, у дитини з’являються тимчасові ***молочні зуби***. Ріст цих зубів завершується наприкінці другого або на початку третього року життя. Процес заміни молочних зубів на постійні починається у віці 5–8 років і триває до 13–16-го року життя. Останніми, на 16–30-му році життя, з’являються дві пари зубів – так звані зуби мудрості.



Найпоширеніша хвороба зубів – **карієс** (від лат. *каріес* – гниття) – руйнування твердих тканин зуба з утворенням порожнин у його стінках (мал. 66). Профілактика карієсу полягає в неухильному дотриманні гігієнічних вимог:

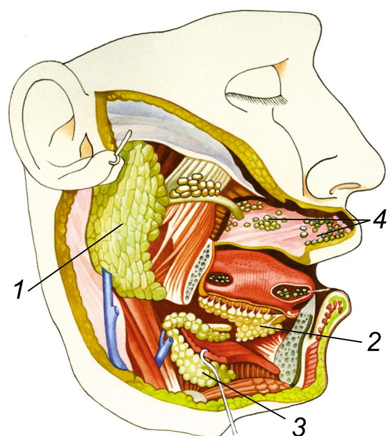


- після вживання їжі порожнину рота слід прополоскати теплою водою;
- не вживати гарячої їжі відразу після занадто холодної, і навпаки;
- не розкушувати дуже твердої їжі (горіхи, тверді цукерки тощо);
- щодня перед сном і вранці потрібно чистити зуби протизапальними зубними пастами;
- щороку проходити медичне обстеження в зубного лікаря – стоматолога (дантиста);
- своєчасно лікувати хворі зуби.



Мал. 66. Схема утворення карієсу

Хімічна обробка їжі в ротовій порожнині. Процеси ферментативного перетравлювання їжі починаються в ротовій порожнині. У цьому процесі бере участь слина, яку виробляють слинні залози. У людини є три пари великих слинних залоз: ***привушні***, ***підщелепні*** і ***під'язикові*** (мал. 67). За добу всі слинні залози разом виділяють у ротову порожнину 0,5–2 л слини. Крім великих слинних залоз, слизова оболонка рота всіяна численними дрібними слинними залозами.



Мал. 67. Слинні залози:
1 – привушна;
2 – під'язикова;
3 – підщелепна; 4 – дрібні залози щік і губ

Слина – це безбарвна слизувато-клейка слаболужна рідина, до складу якої входять вода (близько 98,5 %), ферменти (лізоцим, амілаза і мальтаза) та слиз муцин. *Лізоцим* знезаражує мікроорганізми, сприяє загоєнню ран слизової оболонки рота. Травні ферменти *амілаза* і *мальтаза* частково розщеплюють складні вуглеводи до більш простих. *Муцин* зволожує та обволікає їжу, забезпечує краще проковтування харчової грудки.

Подрібнення і розтирання їжі має виняткове значення для її перетравлювання. У разі ретельного розжовування їжа повністю просякається слиною, а отже, ферменти слини здатні діяти на всю їжу.

Цікаво знати

Посилене виділення слини в разі споживання дуже кислих фруктів розбавляє (зменшує концентрацію) кислоту, яка могла б зруйнувати ніжні клітини слизової оболонки.

Слина починає виділятися через кілька секунд після того, як їжа потрапляє до ротової порожнини. Кількість і склад слини цілком визначається складом їжі. Що їжа сухіша, то більше виділяється слини. Але слина може виділятися і тоді, коли людина бачить їжу, відчуває її запах тощо.

Як людина ковтає? Пережовану, змочену слиною та частково розщеплену їжу (харчову грудку) язик проштовхує до глотки. Потім

завдяки скороченню м'язів язика і глотки їжа потрапляє до стравоходу, тобто людина ковтає. Стінки стравоходу хвилеподібно скорочуються, сприяючи просуванню харчової грудки до шлунка.



Ковтання і мова пов'язані з дихальною системою. Під час ковтання дихання затримується, а надгортанник закриває вхід до дихальних шляхів. Для того щоб щось сказати, навпаки, дихання мусить бути активним. Якщо в момент ковтання надгортанник не закриває вхід до гортані, то шматочки їжі можуть потрапляти в дихальні шляхи. Це спричинює кашель і задуху, що може бути досить небезпечним. Сильне подразнення ділянки кореня язика великою харчовою грудкою може викликати блювальний захисний рефлекс.

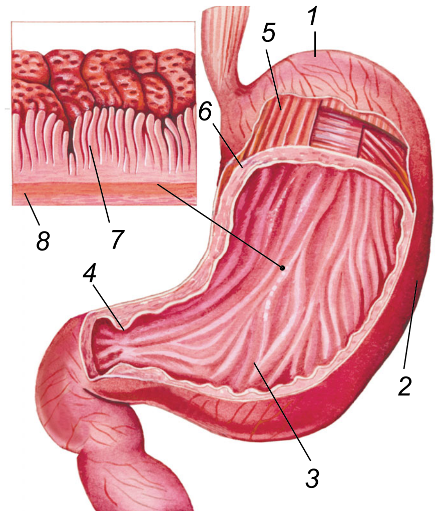
Як побудований шлунок і які його функції? **Шлунок** – розширений відділ травного каналу. У ньому розрізняють вхідну частину – ***дно*** шлунка, середню частину – ***тіло*** та вихідну частину – ***воротареву*** (мал. 68). Форма та об'єм шлунка помітно змінюються залежно від його наповнення, положення тіла тощо. У дорослої людини довжина шлунка становить 21–25 см, а його ємність – 1–3 л.

Цікаво знати

Шлунок може розтягатися і до більшого об'єму. Однак надмірне розтягання шлунка заважає дихальним рухам діафрагми. Здатність шлунка вміщувати значну кількість їжі називають ***депонуванням***. Завдяки цьому людина може споживати їжу лише 3–4 рази на день, не відчуваючи в проміжках між прийомами їжі голоду.

Стінка шлунка утворена чотирма типовими для травного каналу оболонками (слизовою, підслизовою, м'язовою та серозною) (мал. 68). У місці переходу шлунка в дванадцятипалу кишку кільцевий шар м'язів утворює потовщення, формуючи м'яз-стискач – *сфінктер*. Він регулює надходження їжі зі шлунка до кишківника. Скорочення м'язів шлунка перемішують їжу та періодично просувають її до кишківника.

У слизовій оболонці шлунка містяться кілька типів секреторних клітин, які виділяють травні ферменти, хлоридну кислоту і слиз. Суміш цих речовин разом формує кислий **шлунковий сік**. За добу в людини виробляється 2–3 л шлункового соку. Основним ферментом шлункового соку є ***пепсин*** (від грец. *пепсис* – травлення). Він забезпечує початкове розщеплення білків. Початкове розщеплення вуглеводів, яке забезпечували ферменти слини (зокрема, амілаза), у шлунку припиняється. Кислий шлунковий сік робить ферменти слини неактивними.



Мал. 68. Будова шлунка: 1 – дно; 2 – тіло; 3 – воротарева частина; 4 – сфінктер; 5 – м'язова оболонка; 6 – серозна оболонка; 7 – складчаста слизова оболонка; 8 – підслизова оболонка



Пепсин, навпаки, виділяючись у неактивній формі, активується і діє лише в кислому середовищі, яке створює хлоридна кислота. Фермент ***ліпаза*** розщеплює подрібнені на краплинки жири (наприклад, жири молока). Активність ліпази висока в дітей і майже відсутня в людей зрілого віку.

Хлоридна кислота, крім того, що створює оптимальні умови для дії пепсину, знешкоджує хвороботворні та гнильні бактерії. Вона також сприяє набряканню білків. Це значно полегшує їхнє перетравлювання.

Слиз шлункового соку вкриває стінки шлунка і захищає їх від перетравлювання пепсином. У слизовій оболонці утворюється гормон ***гастрин*** (від грец. *гастер* – шлунок), який бере участь у регуляції шлункової секреції, та особливий білок, який забезпечує всмоктування вітаміну B_{12} у тонкому кишківнику. Цей вітамін відіграє важливу роль в утворенні клітин крові – еритроцитів, які забезпечують перенесення кисню.

Отже, основними функціями шлунка є: накопичення (депонування) їжі; початкове перетравлювання білків; знешкодження бактерій; пересування харчової кашкоподібної маси до тонкого кишківника. Утворення і виділення шлункового соку регулюються нервовою системою і біологічно активними речовинами.

Тривалість перебування їжі у шлунку залежить від її складу. Жирна їжа затримується близько шести–восьми годин, вуглеводна – близько чотирьох годин. У шлунку всмоктуються в кров тільки вода, мінеральні солі, алкоголь, деякі ліки та незначна кількість глюкози. Виділення шлункового соку може не лише посилюватися, а й гальмуватися. Соковиділення в шлунку гальмують неприємні запах і вигляд їжі, шум, біль тощо. Якщо в шлунок довго не надходить їжа, то його м'язи починають скорочуватися, і виникає неприємне відчуття голоду, яке людина прагне якомога швидше вгамувати.



Пам'ятайте! Читання, розмови під час вживання їжі, негативні емоції гальмують виділення шлункового соку.

Ключові терміни і поняття: **язик, слинні залози, зуби, карієс, слина, шлунок, шлунковий сік, пепсин.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Як побудована ротова порожнина? Які функції вона виконує? 2. На які групи поділяють зуби людини? Які їхні функції? 3. Яку будову мають зуби людини? 4. Які функції язика? 5. Який хімічний склад слини і яка її роль у процесах травлення? 6. Як відбувається ковтання? 7. Яка будова шлунка? 8. Який склад шлункового соку? 9. Як здійснюється травлення у шлунку?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть тканину, з якої переважно складається язик: а) м'язова посмугована скелетна; б) м'язова непосмугована; в) сполучна; г) епітеліальна.

2. Укажіть кількість зубів у дорослої людини: а) 8 різців, 4 ікла, 20 кутніх; б) 4 різці, 8 іклів, 20 кутніх; в) 4 різці, 4 ікла, 26 кутніх; г) 10 різців, 8 іклів, 10 кутніх.

3. Укажіть фермент слини: а) лізоцим; б) пепсин; в) муцин; г) трипсин.

4. Назвіть середовище, у якому активні ферменти шлунка: а) слабколужне; б) кисле; в) нейтральне; г) лужне.

5. Укажіть фермент, який виробляють залози шлунка: а) лізоцим; б) амілаза; в) пепсин; г) мальтаза.

Обговоріть у групах гігієнічні вимоги по догляду за зубами та підготовте пам'ятку «Як доглядати за зубами».

Розв'яжіть задачу. За добу в шлунку виділяється 800 мл шлункового соку (σ = 1,056 г/см^3). Розрахуйте масу натрій хлориду, потрібного для утворення хлоридної кислоти, що міститься в шлунковому соку (масова частка хлоридної кислоти у шлунковому соку – 0,5 %). Укажіть правильну відповідь: а) 6,8 г; б) 12,4 г; в) 24,5 г; г) 68 г.

Поміркуйте. Чому собаки зализують рани?

Разом із дорослими виконайте ***дослідницький практикум.*** Дослідіть **дію ферментів слини на крохмаль.**

Обладнання та матеріали: два добре накрохмалені клаптики білої тканини, вата, сірник, розчин йоду.

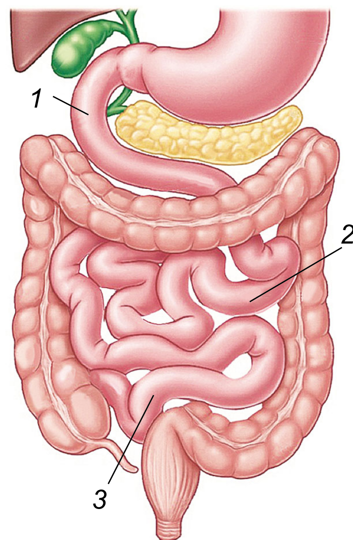
1. Клаптик накрохмаленої білої тканини опустіть у розчин йоду.
2. На іншому клаптикові накрохмаленої тканини сірником, на кінці якого накручено вату, змочену слиною, напишіть слово «амілаза» і також опустіть його у розчин йоду.
3. Порівняйте результати дослідів.

§17. ПРОЦЕСИ ТРАВЛЕННЯ У КИШКІВНИКУ. ВИВЕДЕННЯ З ОРГАНІЗМУ НЕПЕРЕТРАВЛЕНИХ РЕШТОК ЇЖІ

Пригадайте *з курсу хімії,* що таке фільтрація.

Кишківник – наступний за шлунком відділ травного каналу. Він складається з двох відділів – тонкого і товстого кишківника.

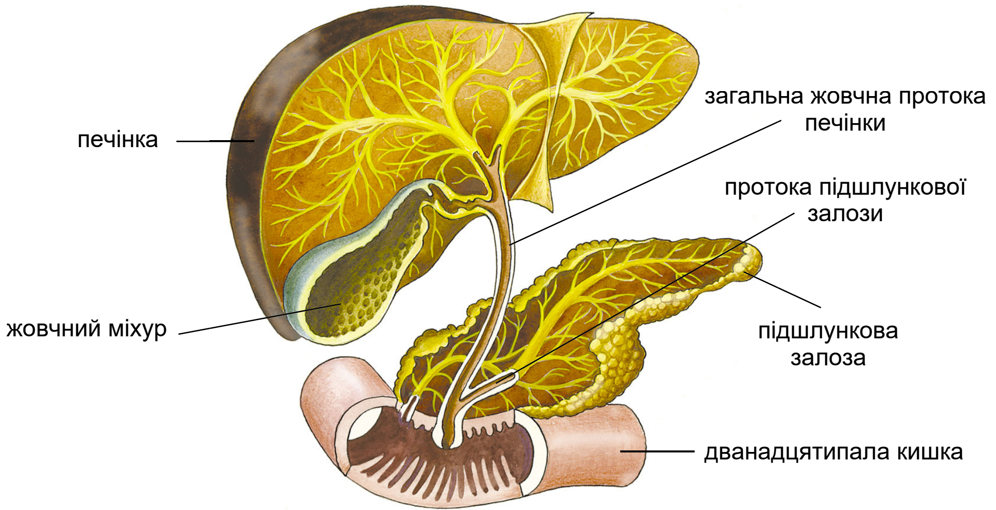
Яка будова і які функції тонкого кишківника? Частково перетравлена в шлунку їжа, яку називають *хімусом*, завдяки скороченню його м'язів через сфінктер надходить порціями до наступного відділу травного каналу – ***тонкого кишківника***. Саме в ньому поживні речовини їжі розщеплюються остаточно і всмоктуються в кров і лімфу. У дорослої людини довжина тонкого кишківника становить 5–6 м. Його поділяють на три послідовних відділи: *дванадцятипалу*, *порожню* та *клубову кишки* (мал. 69).



Мал. 69. Будова тонкого кишківника: 1 – дванадцятипала кишка; 2 – порожня кишка; 3 – клубова кишка

Дванадцятипалу кишку названо так тому, що її довжина дорівнює приблизно товщині 12 складених разом пальців (25–30 см). До неї відкриваються протока підшлункової залози та загальна жовчна про-





Мал. 70. Зв'язок травних залоз із дванадцятипалою кишкою

тока (мал. 70). І хоча харчові маси затримуються в цій кишці недовго, саме тут на них діє найбільше травних ферментів. Їхня кількість залежить від складу їжі.

Підшлункова залоза завдовжки 12–15 см розміщена під шлунком. Вона виробляє травний сік, який через вивідну протоку потрапляє в дванадцятипалу кишку. Травний сік підшлункової залози має лужну реакцію, виділяється тільки під час травлення. До його складу входять ферменти, які сприяють розщепленню всіх поживних речовин: ***трипсин*** та ***хімотрипсин*** впливають на розщеплення білків до їхніх складових – амінокислот, ***ліпаза*** – жирів до гліцеролу та жирних кислот, ***амілаза*** розщеплює крохмаль до глюкози.

Печінка – це найбільша залоза в організмі людини (її маса – 1,5–2 кг), розташована переважно у правому підребер'ї, під діафрагмою. На нижній поверхні печінки є порожнистий орган – ***жовчний міхур***, який загальною жовчною протокою сполучений з дванадцятипалою кишкою (мал. 70). Печінка виконує такі головні функції: секреторну, захисну, обмінну, синтетичну, детоксикаційну.

Секреторна функція печінки полягає в утворенні жовчі. **Жовч** – це зеленкувато-жовта, гіркувата на смак в'язка рідина, що містить особливі жовчні кислоти та пігменти, ліпіди, мінеральні солі тощо. Під дією жовчі жири розпадаються на мікроскопічні краплинки. У такому вигляді вони краще розщеплюються ферментами. Крім того, під дією жовчі припиняється активність ферменту шлункового соку – пепсину. Натомість жовч активує дію деяких ферментів підшлункової залози (наприклад, трипсину), а також посилює рухову активність кишок. Завдяки своїм бактерицидним властивостям жовч гальмує гнильні процеси в кишківнику. За відсутності травлення жовч збирається в жовчному міхурі, а під час вживання їжі жовчною протокою з міхура надходить до дванадцятипалої кишки. За добу в людини виділяється 500–700 мл жовчі.

Печінка відіграє важливу *захисну* (*бар'єрну*) *функцію*. Кров, що відтікає від кишківника і шлунка по кровоносних судинах, надходить до печінки через ворітну вену. Після проходження через печінку в цій крові залишаються переважно речовини, потрібні організму. Шкідливі речовини і мікроорганізми знезаражуються і разом із жовчю через кишківник виводяться назовні (*видільна функція*).

Печінка бере участь *в обміні вуглеводів*, *білків*, *жирів і вітамінів*, а у зародків – у процесах *кровотворення*. У печінці утворюються речовини, які беруть участь у зсіданні крові, і такі, що запобігають її зсіданню. У печінці запасаються такі вітаміни: A, B_1, D, E, K, а також активуються вітаміни B_2 і B_6.

У печінці може накопичуватися досить значний об'єм крові, який у разі потреби (наприклад, унаслідок крововтрат) може надходити у загальний кровотік.

Глюкоза, що всмоктується з кишківника в кров, перетворюється в печінці на глікоген. За потреби глікоген може розщеплюватись до глюкози, яка надходить у кров і транспортується до тканин і органів. Так забезпечуються енергетичні потреби. (*Поясніть, чому фізіологи називають печінку «хімічною лабораторією», «продуктовим складом» і «диспетчером організму».*)

Як відбуваються процеси травлення в тонкому кишківнику? Травлення в тонкому кишківнику здійснюється внаслідок дії соків кишківника і підшлункової залози, а також жовчі. Як ви пам'ятаєте, у шлунку середовище має кислу реакцію, а в тонкому кишківнику – лужну. Тому в дванадцятипалій кишці нейтралізується кисле середовище харчової маси, яка надійшла зі шлунка, та стають активними травні ферменти шлункового соку.

Стінки тонких кишок складаються з таких самих шарів, що й шлунка (*пригадайте їх*). У слизовій оболонці є численні секреторні клітини, які виділяють на добу близько 2 л **кишкового соку**. Це в'язка рідина зі слабколужною реакцією, у якій містяться ферменти (понад 20). Вони беруть участь у процесі перетравлення білкових молекул та їхніх часток, жирів і вуглеводів. Крім того, деякі секреторні клітини продукують слиз, який зменшує тертя харчових мас по стінках кишківника та захищає самі стінки від дії травних ферментів та механічних подразнень.

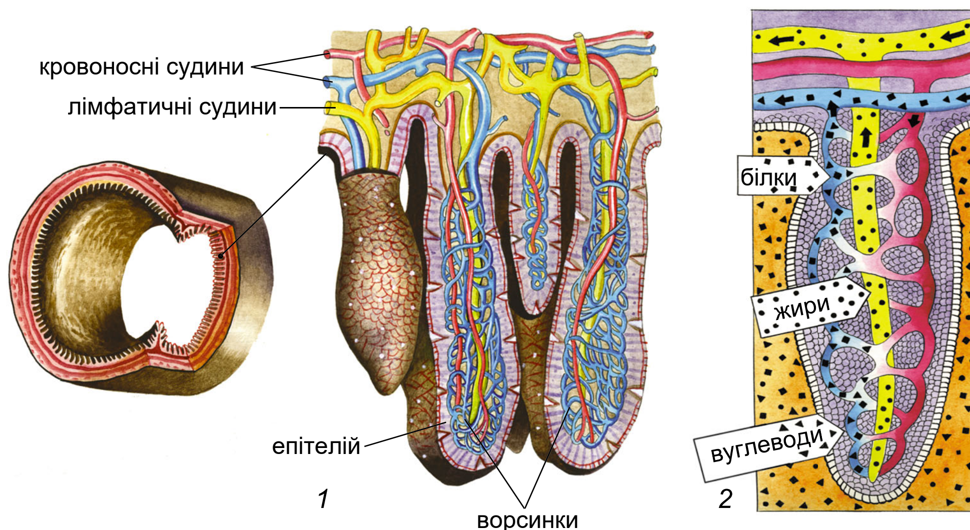
Утворені в процесі травлення в тонкому кишківнику речовини всмоктуються в кров і лімфу. Всмоктувальна поверхня клубової та порожньої кишок дуже велика завдяки наявності ворсинок. Таким чином, у кишківнику здійснюється пристінкове (мембранне) травлення.

У чому полягає пристінкове (мембранне) травлення? Пристінкове (мембранне) травлення відкрив 1958 р. фізіолог українського походження О.М. Уголєв (мал. 71). Пристінкове травлення з



Мал. 71. Уголєв Олександр Михайлович (1926–1991) – учений-фізіолог (народився у Дніпропетровську, тепер м. Дніпро)





Мал. 72. 1. Будова ворсинок кишківника. 2. Схема всмоктування поживних речовин ворсинками

одного боку забезпечують ферменти, що надходять з порожнини травного тракту, з іншого – ферменти, які синтезують самі клітини слизової оболонки. Слизова оболонка тонкого кишківника утворює безліч ***ворсинок*** (мал. 72). До їхнього складу входять кровоносні та лімфатичні судини, які розгалужуються на капіляри, а також м'язові та нервові волокна. У свою чергу, клітини, які вкривають ворсинки, утворюють мікроскопічні вирости – ***мікроворсинки***. Уявіть: окремі клітини можуть утворювати до 3 тис. таких виростів, які значно збільшують всисну поверхню шлунково-кишкового тракту. Велика кількість ворсинок (приблизно 30 млн) майже в 1000 разів збільшує всмоктувальну поверхню тонкого кишківника. Пристінкове травлення забезпечує найретельніше розщеплення поживних речовин і всмоктування простих органічних речовин. Отже, основна функція ворсинок – всмоктування поживних речовин.

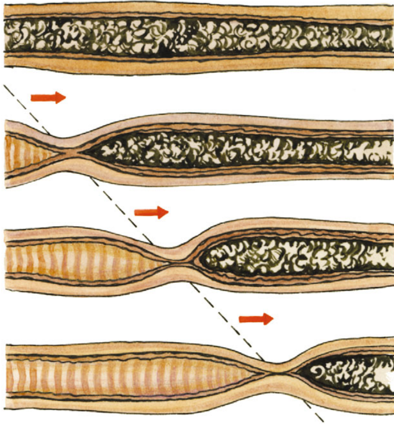


Всмоктування – це складний фізіологічний процес проникнення води і розчинених у ній органічних речовин і мінеральних солей у кров і лімфу через клітини епітелію кишківника. У процесі всмоктування важливе значення мають активна діяльність клітинних мембран кишківника, явища дифузії, фільтрації. При цьому витрачається енергія.

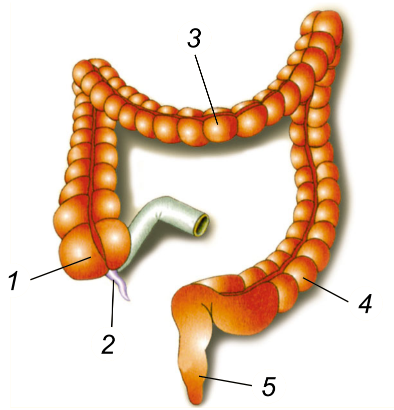
Перетравлення їжі та всмоктування поживних речовин завершується переважно в тонкому кишківнику. Неперетравлені рештки харчової маси завдяки хвилеподібним (перистальтичним) скороченням тонкого кишківника (мал. 73) надходять до товстого кишківника.



Перистальтика (з грец. *перистальтикос* – той, що охоплює, стискає) – хвилеподібний рух стінок шлунка, кишківника, сечо-



Мал. 73. Перистальтичні рухи стінок кишківника



Мал. 74. Будова товстого кишківника: 1 – сліпа кишка; 2 – апендикс; 3 – ободова кишка; 4 – сигмоподібна ділянка ободової кишки; 5 – пряма кишка

водів унаслідок скорочення їхніх м'язів, що забезпечує переміщення вмісту цих органів.

Яка будова та функції товстого кишківника? Початкова ділянка **товстого кишківника** – ***сліпа кишка*** (мал. 74). Від задньої її частини відходить тонкий червоподібний відросток – ***апендикс***, який безпосередньої участі у процесах травлення не бере. Сліпа кишка переходить в ***ободову***, яка з трьох боків охоплює черевну порожнину. Завершується ободова кишка прикінцевою ділянкою – сигмоподібною. Вона продовжується ***прямою кишкою***, що закінчується анальним отвором.

У порожнині товстої кишки є велика кількість мікроорганізмів (мікрофлора кишківника). Їхнє значення полягає в розщепленні частини клітковини, поліпшенні травлення та підсиленні засвоєння поживних речовин, утворенні деяких вітамінів (зокрема, К і групи В), запобіганні розвиткові хвороботворних мікроорганізмів.



Мікрофлора кишківника дуже чутлива до дії антибіотиків, тому вживати їх потрібно тільки за призначенням лікаря.

Стінки товстого кишківника не мають ворсинок. Клітини слизової оболонки виробляють сік, у якому мало ферментів, але багато слизу. Він полегшує просування і видалення неперетравлених решток їжі. У товстому кишківнику переважно всмоктуються вода та мінеральні речовини.

З неперетравлених решток їжі формуються калові маси, які містять шкідливі для організму речовини. Завдяки скороченням м'язів стінок товстого кишківника вони просуваються до прямої кишки, де накопичуються. Калові маси періодично виводяться через анальний отвір назовні. Виведення їх з кишківника регулює м'яз-стискач (сфінктер),



розміщений у кінцевому відділі прямої кишки. Його діяльність перебуває під контролем свідомості людини.

Процеси травлення в людини тривають залежно від складу їжі та функціональної активності органів кишково-шлункового тракту від однієї до трьох діб. При цьому найбільше часу витрачається на пересування решток їжі саме товстим кишківником (приблизно 12 годин).

Ключові терміни і поняття: **дванадцятипала кишка, підшлункова залоза, печінка, жовч, пристінкове травлення, перистальтика, ворсинки, всмоктування.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. З яких частин складається тонкий кишківник? 2. Які функції здійснює тонкий кишківник? 3. Які сполуки перетравлюються в тонкому кишківнику? 4. Яка роль підшлункової залози у процесах травлення? 5. Які функції печінки? 6. Яка роль жовчі, підшлункового та кишкового соку у травленні? 7. Які речовини всмоктуються в тонкому кишківнику? 8. Яка будова та функції ворсинок кишківника? 9. З яких частин складається товстий кишківник? 10. Які функції товстого кишківника? 11. Які речовини всмоктуються в товстому кишківнику? 12. Яка роль мікроорганізмів у процесах травлення?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть орган, у який впадає протока підшлункової залози: а) шлунок; б) жовчний міхур; в) дванадцятипала кишка; г) печінка.

2. Укажіть правильну послідовність відділів, з яких складається товстий кишківник: а) сліпа, ободова, пряма кишки; б) ободова, пряма, сліпа кишки; в) ободова, пряма, сліпа кишки; г) пряма, сліпа, ободова кишки.

Обговоріть у групах. I група. Порівняйте будову та функції тонкого й товстого кишківника. II група. Порівняйте будову та функції печінки й підшлункової залози.

Поміркуйте. 1. Чому більша частина води всмоктується в товстому кишківнику, а не виводиться назовні разом із калом? 2. Які засоби можуть сприяти відновленню нормальної мікрофлори кишківника в разі порушення її складу?

Творче завдання. Підготуйте короткі повідомлення та оформте їх у вигляді комп’ютерної презентації: «Печінка як важливий орган в організмі людини», «Підшлункова залоза та її значення у процесах травлення».

§18. ХАРЧОВІ РОЗЛАДИ. ПРОФІЛАКТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ

Пригадайте, які є хвороботворні бактерії, одноклітинні еукаріотичні організми, гельмінти, гриби. Які захворювання називають інфекційними?

Різноманітні порушення діяльності травної системи. Унаслідок розладів жування та процесів слиновиділення порушується попереднє оброблення їжі. Залишки їжі між зубами сприяють розмноженню мікроорганізмів. Ви вже знаєте, що небезпечним захворюванням зубів є *карієс*. Тому після вживання їжі треба чистити зуби, особливо перед сном, полоскати рот теплою водою.

Порушення жування може бути наслідком запальних процесів слизової оболонки ясен і рота – ***стоматиту*** (від грец. *стома* – рот). Погано пережована їжа спричиняє розлади травлення в шлунку, посилює секрецію шлункового соку, подразнює його слизову оболонку. Це призводить до запалення слизової оболонки шлунка – ***гастритів*** (від грец. *гастер* – шлунок) або виникнення виразок стінок шлунка та дванадцятипалої кишки.

У шлунку і дванадцятипалій кишці людини мешкає бактерія – ***хелікобактер пілорі***. Вона здатна спричиняти гастрити, ***дуоденіти*** (процеси запалення дванадцятипалої кишки) і навіть онкологічні захворювання цих органів. Цю бактерію виявляють у багатьох людей, які страждають на ці захворювання. Однак не у всіх людей, в організмі яких виявлено цю бактерію, є ознаки згаданих захворювань.

Недотримання режиму харчування є також причиною ***панкреатиту*** (від грец. *панкреас* – підшлункова залоза) – запалення підшлункової залози. Запалення червоподібного відростка сліпої кишки – апендикса (від лат. *апендикс* – придаток) спричинює ***апендицит***, що супроводжується гострим болем праворуч унизу живота, підвищенням температури тіла, ознобом, нудотою, блюванням.



Якщо з'явилися подібні симптоми, негайно викличте «швидку допомогу». До приїзду лікаря можна прикласти до місця болю міхур з льодом. Ніколи не грійте місце на животі, що болить. Це може призвести до розриву апендикса й запалення очеревини.

Блювання – це рефлекторний акт видалення назовні вмісту шлунка через стравохід. ***Відрижка*** – вихід зі шлунка повітря, яке потрапило в нього під час ковтання разом з їжею, або газів, які утворюються в шлунку, коли порушено травлення.

Унаслідок неправильного харчування, лікування антибіотиками може змінитися бактеріальна мікрофлора організму, переважно кишківника. Характерним при цьому є *метеоризм* (від грец. *метеоризмос* – здуття) – здуття живота через посилене утворення кишкових газів. Це знижує ефективність травлення, порушує всмоктування води в товстому кишківнику, отруює організм людини продуктами життєдіяльності шкідливих мікроорганізмів.

У разі порушення режиму харчування, зловживання сухою (як-от, чипси), жирною (наприклад, торти) їжею, за малорухомого способу життя з віком може виникнути застій і згущення жовчі в жовчному міхурі, що призводить до ***холециститу*** (від лат. *холе* – жовч, *кистіс* – міхур) – запалення жовчного міхура. Наслідком холециститу часто є ***жовчнокам'яна хвороба*** – утворення в жовчному міхурі камінців. Камені із жовчного міхура можуть потрапити в міхурову протоку й закупорити її. У цьому разі потрібне негайне хірургічне втручання.

Хвороби шлунково-кишкового тракту виникають ще й унаслідок різноманітних отруєнь, проникнення збудників різних захворювань.

Які харчові отруєння трапляються? Ознаками харчового отруєння є біль у животі, блювання, пронос, головний біль, запаморочення. До групи ***бактеріальних харчових отруєнь*** належать захворювання, спричинювані токсичною дією мікроорганізмів, які потрапили до



шлунково-кишкового тракту людини з харчовими продуктами внаслідок порушення технології виробництва та санітарних норм їхнього зберігання, перевезення. Серед таких харчових отруєнь найпоширенішими є сальмонельоз, ботулізм, дизентерія, холера (*див. таблицю 4*).



Пам'ятайте! Причиною поширення інфекційних хвороб здебільшого є порушення елементарних правил гігієни харчування та особистої гігієни.

Таблиця 4

ХВОРОБИ ШЛУНКОВО-КИШКОВОГО ТРАКТУ БАКТЕРІАЛЬНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Хвороба	Збудник	Ознаки	Джерела інфекції
Сальмонельоз	Бактерія роду Сальмонела	Отруєння організму: токсикоз, шлунково-кишкові розлади, підвищення температури	Хворі та здорові (бактеріоносії) тварини та люди, інфіковані їжа (здебільшого м'ясо й м'ясні продукти, молоко та молочні продукти, яйця), вода
Ботулізм	Паличка ботулізму	Ті самі	Інфіковані м'ясні продукти, овочеві й рибні консерви, ковбаси, солона та копчена риба. Дуже небезпечні консерви домашнього приготування через недостатню їхню стерилізацію
Дизентерія	Дизентерійна паличка	Ті самі	Інфіковані продукти (особливо молоко й вода), предмети хворого
Холера	Холерний вібріон	Ті самі	Інфіковані сира вода та харчові продукти, а також брудні руки після контакту з хворим, мухи

Вірусні захворювання органів травлення. ***Хвороба Боткіна***, або ***вірусний гепатит А*** (від грец. *гепар* – печінка), – це гостра інфекційна хвороба, за якої уражається переважно печінка, виникає її тяжке запалення. Людина заражається через забруднені харчові продукти, воду, домашні речі, брудні руки. Переносниками вірусу гепатиту є також мухи. Через 40 днів з моменту потрапляння збудника до організму з'являються перші ознаки хвороби: біль у горлі, кволість, нудота, блювання, підвищення температури тіла. Сеча темнішає, а кал знебарвлюється, через декілька днів білки очей і шкірні покриви жовтішають, тому хворобу ще називають *жовтяницею*. Ця хвороба дуже небезпечна, бо призводить до загибелі клітин



Мал. 75.
С.П. Боткін
(1832–1889)



Мал. 76. Отруйні гриби: 1 – бліда поганка; 2 – мухомор червоний; 3 – опеньки сірчисто-жовті несправжні

печінки й порушення всіх її функцій. Інфекційне походження вірусного гепатиту А вперше довів видатний терапевт і вчений С.П. Боткін (мал. 75).

Людей, хворих на інфекційні хвороби, госпіталізують, а приміщення, де вони перебували, та їхні речі обов'язково дезінфікують.

Яка небезпека отруєння грибами? Ви вже знаєте, що є гриби їстівні, а є гриби – надзвичайно отруйні (бліда поганка, мухомор червоний, опеньки сірчисто-жовті несправжні (мал. 76) та ін.).

На території України росте понад 25 видів смертельно отруйних грибів. Ознаки отруєння з'являються через 8–72 год після вживання їх. Це насамперед блювання, розлад шлунка, невгамовна спрага через зневоднення організму, судоми. У разі появи таких симптомів слід негайно викликати «швидку допомогу».



Надаючи першу медичну допомогу в разі отруєння грибами, потерпілому потрібно промити шлунок, дати випити не менше ніж п'ять склянок води; викликати блювання, видаливши цим з організму недоброякісну їжу, потім дати проносні засоби, напоїти гарячим чаєм і викликати лікаря.

На травну систему людини також негативно впливає вживання алкоголю і тютюнокуріння. Потрапляючи в шлунок, алкоголь подразнює його слизову, підсилюючи соковиділення. Шлунковий сік при цьому містить мало ферментів і багато хлоридної кислоти. Тому тривале вживання алкогольних напоїв призводить до гастритів. Усмоктуючись у кров, алкоголь потрапляє до печінки й руйнує її клітини. Тютюнокуріння пригнічує обмін речовин і перешкоджає засвоєнню організмом вітамінів.

Які поширені гельмінтози людини? Поряд зі шлунково-кишковими інфекціями часто трапляються й ***гельмінтози***. Їх спричинюють паразитичні черви – гельмінти (*пригадайте з курсу біології 7 класу життєві цикли відомих вам паразитичних червів*). Гельмінтози призводять до виснаження організму, недокрів'я. Продукти життєдіяльності гельмінтів впливають на нервову систему, органи кровотворення, трав-



лення тощо. Порушується сон, апетит, виникає головний біль, швидка втома.



Перед вживанням їжі завжди потрібно мити руки з милом; овочі й фрукти треба їсти також добре помитими; їжу слід тримати закритою, щоб на неї не потрапляв пил, таргани і мухи; не можна пити сирої води. М'ясо й рибу потрібно добре термічно обробляти. Не можна купувати їх на стихійних ринках, адже там продукти не проходять належного санітарного контролю. Дотримання правил особистої гігієни є профілактикою виникнення будь-яких хвороб.

Ключові терміни і поняття: **гастрит, панкреатит, апендицит, холецистит, жовчнокам'яна хвороба.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Чим можуть бути спричинені порушення жування та слиновиділення? Які їхні наслідки? 2. Які ви знаєте порушення роботи шлунка? Які їхні причини? 3. Унаслідок чого може порушуватися робота кишківника? 4. Які інфекційні захворювання органів травлення ви знаєте? Яка їхня профілактика? 5. Які причини порушення діяльності печінки?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть назву запалення червоподібного відростка сліпої кишки: а) гастрит; б) панкреатит; в) стоматит; г) апендицит.

2. Укажіть захворювання, спричинене вірусною інфекцією: а) ботулізм; б) дизентерія; в) хвороба Боткіна; г) холера.

Обговоріть у групах. I група. Найпоширеніші хвороби травної системи. II група. Хвороби органів травлення, спричинені вірусною інфекцією. III група. Хвороби шлунково-кишкового тракту бактеріального походження. IV група. Небезпека отруєння грибами. Поясніть причини їхнього виникнення та перелічіть найефективніші засоби профілактики. Відповіді оформте у вигляді пам'яток.

Поміркуйте. Чому нервові перенапруження та стреси негативно впливають на роботу травної системи? Відповідь обґрунтуйте.

Творче завдання. Використовуючи різні джерела інформації та знання з біології, здобуті в 6 класі, підготуйте повідомлення про отруйні гриби своєї місцевості.

Тема 5

ДИХАННЯ

Атмосферне повітря неможливо побачити або відчути, але без нього людина не може прожити й 5 хвилин. Яка спеціальна система органів в організмі людини забезпечує процеси дихання? Чому органи дихання називають повітряними воротами в наш організм? Як захистити органи дихання від шкідливих впливів зовнішнього середовища?



§19. ЗНАЧЕННЯ ДИХАННЯ ДЛЯ ІСНУВАННЯ ОРГАНІЗМУ. СИСТЕМА ОРГАНІВ ДИХАННЯ ЛЮДИНИ

Пригадайте, що відбувається у процесі дихання рослин. Як дихають наземні хребетні тварини?

Яке значення дихання? Ви вже знаєте з попередніх розділів біології, що людина, як і наземні рослини та тварини, дихає атмосферним повітрям. Його запаси в організмі людини мають постійно поповнюватися, тому що вони обмежені об'ємом легень.

Термін «дихання» позначає три різних, пов'язаних один з одним процеси:

- *легеневу вентиляцію* – це механічні процеси, які забезпечують надходження повітря в легені та виведення його з легень через повітроносні шляхи;
- *обмін газів*, який відбувається між повітрям у легенях і кров'ю та між кров'ю й іншими тканинами тіла;
- *тканинне дихання* – використання кисню клітинами для реакцій вивільнення енергії. У результаті цих процесів утворюється вуглекислий газ, що виводиться з організму.

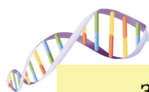
Цілісний процес дихання умовно поділяють на зовнішнє та внутрішнє.

Зовнішнє дихання – вентиляція легень (обмін газів між атмосферним повітрям і організмом)

Внутрішнє дихання – обмін газів між кров'ю та тканинами і використання кисню клітинами, процеси окиснення органічних речовин у клітинах, унаслідок яких виділяється енергія

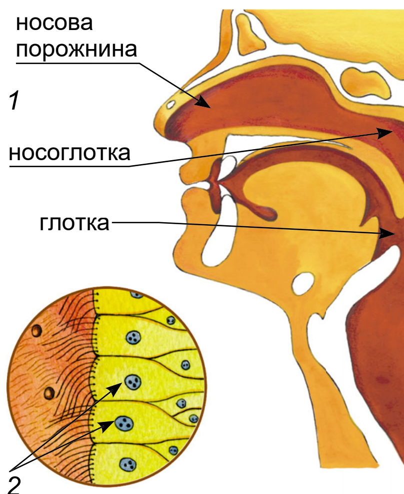


Дихання – це сукупність процесів, які забезпечують надходження в організм кисню, використання його для окиснення органічних речовин (білків, жирів, вуглеводів), а також видалення



з організму вуглекислого газу, що утворився під час реакцій окиснення. Так здійснюється газообмін між організмом людини і навколишнім середовищем.

Яка будова і які функції верхніх дихальних шляхів? Дихальна система людини складається з повітроносних шляхів і легень. Повітроносні шляхи – це система з'єднаних між собою порожнистих органів, якими рухається вдихуване та видихуване повітря. Повітроносні дихальні шляхи людини поділяють на верхні та нижні.



Мал. 77. 1. Будова верхніх дихальних шляхів. 2. Миготливий, або війчастий, епітелій у дихальних шляхах

Атмосферне повітря містить багато домішок (пил, шкідливі речовини, мікроорганізми тощо), які можуть зашкодити організму людини. Тому перед тим, як потрапити до легень, повітря долає один із захисних бар'єрів – верхні дихальні шляхи. Тут повітря зігрівається, зволожується, очищається, знешкоджуються деякі хвороботворні мікроорганізми. До **верхніх дихальних шляхів** належать носова порожнина, носоглотка та гортанна частина глотки (мал. 77, 1).

Носова порожнина сполучається з глоткою. Ця частина глотки має назву ***носоглотка***. Стінки носової порожнини вкриті миготливим, або війчастим, епітелієм (мал. 77, 2), клітини якого виділяють *слиз* (***пригадайте, які є різновиди епітелію***). Він обволікає пил і прилиплі до нього мікроорганізми. Крім того, слиз постійно зволожує стінки носової порожнини, а отже, і повітря, яке проходить через неї. Війки миготливого епітелію рухаються різко і швидко в напрямку ніздрів і плавно та повільно – до носоглотки. Завдяки цьому пил і мікроорганізми, які осіли на слизову оболонку, разом зі слизом, як на стрічці конвеєра, видаляються з дихальних шляхів. Слиз також містить речовини, що знешкоджують хвороботворні мікроорганізми.

Стінки носової порожнини мають густу сітку капілярів. Кров, яка тече по ній, зігріває (якщо температура довкілля низька) або охолоджує (якщо підвищена) вдихуване повітря до температури тіла.



Дихати слід лише через ніс. Адже при цьому вдихуване повітря очищається від пилу, зволожується, частково знезаражується, у прохолодну погоду зігрівається, а в спекотну – охолоджується. Дихання ротом у холодну пору року часто стає причиною простудних та інших захворювань.

У слизовій оболонці верхньої частини носової порожнини (нюховій ділянці) містяться особливі ***нюхові рецептори*** (чутливі клітини), які сприймають різні запахи. Пил або речовини з різким запахом, потрапивши до носової порожнини, подразнюють ці рецептори, і виникає

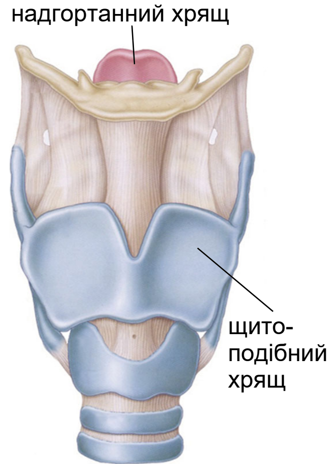
захисний рефлекс – ***чхання***. Це різкий рефлекторний видих через ніздрі. Завдяки чханню з носової порожнини сильним потоком повітря видаляється надлишок слизу з речовинами-подразниками і виводяться мікроорганізми. У носову порожнину відкривається носослізний канал. Ним слізна рідина виводиться від ока до нижнього носового ходу.



Під час чхання потрібно рот і ніс прикривати серветкою, щоб не стати джерелом поширення хвороботворних вірусів і бактерій.

З носової порожнини повітря потрапляє в носоглотку, де є ***мигдалики***. Вони слугують ще одним захисним бар'єром дихальних шляхів. З носоглотки повітря потрапляє в **глотку**, у якій перетинаються дихальні й травні шляхи. Від глотки починаються дві трубки: дихальна (гортань) та травна (стравохід), яка розміщена позаду гортані.

Яка будова і які функції нижніх дихальних шляхів? До **нижніх дихальних шляхів** належать гортань, трахея та бронхи. **Гортань** має лійкоподібну форму. Її стінки утворені кількома хрящами, які з'єднані між собою м'язами та зв'язками (мал. 78). Найбільший хрящ гортані – ***щитоподібний***. Він складається з двох пластинок, які спереду з'єднуються між собою під кутом. У чоловіків, на відміну від жінок, цей кут досить гострий, тому в них на шиї добре помітне підвищення – *кадик*, або, як його ще називають, *адамове яблуко*. У верхній частині гортані розташований ***надгортанний хрящ***. Це пластинка листкоподібної форми, яка під час ковтання їжі закриває вхід до гортані, запобігаючи потраплянню сторонніх часток до повітроносних шляхів. Завдяки цьому повітря потрапляє лише в гортань, а їжа – лише у стравохід.



Мал. 78. Будова гортані

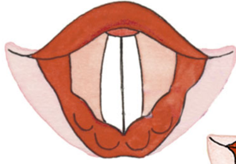
Порожнина гортані вистелена слизовою оболонкою і містить рецептори. У разі випадкового подразнення їх шматочками їжі, різними твердими або рідкими речовинами та газовими сумішами, а також унаслідок запальних процесів виникає захисний дихальний рефлекс – ***кашель***. Це різкий рефлекторний видих через рот. Завдяки кашлю порожнина гортані очищається від сторонніх часток, що дає змогу захистити інші органи дихання.

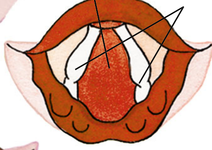


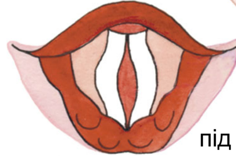
Під час споживання їжі не слід розмовляти, сміятися та робити різкі рухи. Це може призвести до потрапляння їжі до гортані, що спричинить сильний кашель. В окремих випадках потрапляння їжі до дихальних шляхів може спричинити задуху. Під час кашлю рот потрібно прикривати серветкою, щоб не стати джерелом поширення збудників інфекцій.

Гортань – це особлива частина повітроносних шляхів. Крім проведення повітря, вона бере участь у голосоутворенні. У просвіті гортані (в її середній частині) розташований голосовий апарат, основу якого складають ***голосові зв'язки*** та ***голосові м'язи*** (мал. 79).









Мал. 79. Будова та розміщення голосових зв'язок

Голосові зв'язки утворені паралельно розташованими еластичними волокнами, між якими є ***голосова щілина***. Залежно від ступеня натягу голосових зв'язок ширина щілини змінюється. Коли через голосову щілину проходить видихуване повітря, натягнуті голосові зв'язки починають коливатися, створюючи звук (***голос***). Що сильніше натягнуті голосові зв'язки, то вищим є утворюваний звук. Гучність звуку при цьому визначається силою, з якою видихається повітря з легень. Коли людина мовчить, голосові зв'язки розходяться, голосова щілина набуває вигляду рівнобедреного трикутника. Голосові зв'язки можуть робити від 80 до 10 000 коливань за секунду.

Цікаво знати

Висота голосу людини залежить від довжини голосових зв'язок. У жінок голосові зв'язки коротші, ніж у чоловіків, тому жіночий голос завжди вищий. Відтінки голосу залежать від резонаторів, роль яких виконують порожнини рота, носа, носоглотки, глотки.

У формуванні різних звуків, а особливо звуків мови, беруть участь язик, піднебіння, губи, зуби, щоки, нижня щелепа.

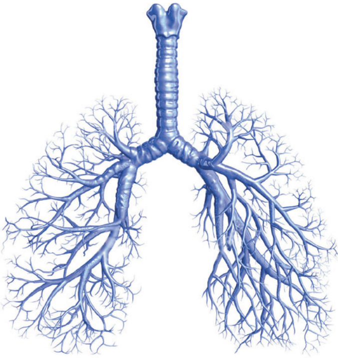
Голос людини здатний змінюватися з віком, що пов'язано з перебудовою голосового апарату. Критичним для розвитку голосового апарату є період статевого дозрівання. У цей період голос «ламається». Голосовий апарат стає дуже вразливим до будь-яких негативних впливів.



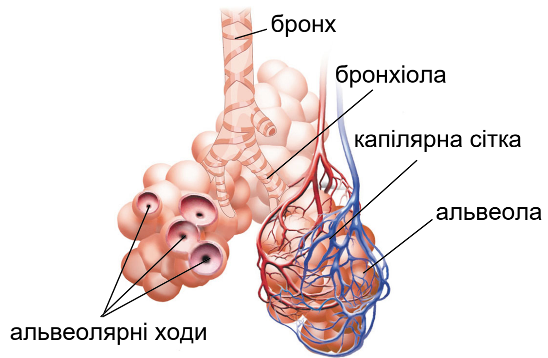
Перенапруження голосових зв'язок, а також запальні процеси в горлі змінюють голос, який може стати хрипким і глухим. Дуже шкідливо на голосові зв'язки впливає тютюнокуріння та вживання алкоголю. Якщо виникли проблеми з голосом або ж він зник, потрібно негайно звернутись до лікаря-*отоларинголога*, або *ЛОР-лікаря*.

З гортані повітря потрапляє в наступний відділ повітроносних шляхів – трахею.

Трахея – дихальна трубка, що побудована з хрящових півкілець, з'єднаних між собою зв'язками. Задня стінка трахеї (де немає хрящових півкілець) прилягає до стравоходу. Вона утворена непосмугованими (гладенькими) м'язами. Така будова трахеї не заважає проходити їжі по стравоходу та повітрю до легень. При цьому задня стінка прогинається всередину трахеї, а їжа не застрягає у стравоході. Внутрішня поверхня трахеї вистелена залозистим і миготливим епітелієм. Їхня роль і значення такі самі, як і епітелію носової порожнини та гортані. Залозистий епітелій виділяє слиз, який зволожує стінки трахеї, зне-



Мал. 80. Бронхіальне дерево



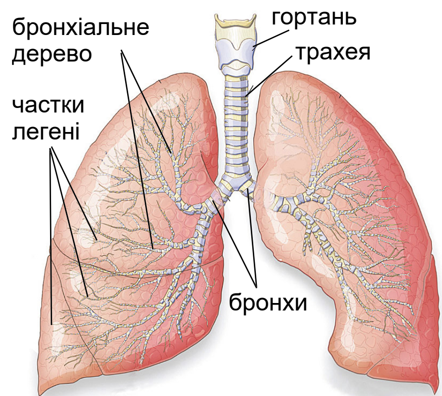
Мал. 81. Будова альвеол

шкоджує хвороботворні мікроорганізми, а миготливий епітелій проштовхує слиз.

У верхній частині грудної порожнини трахея розгалужується на два бронхи – правий і лівий.

Бронхи – частина повітроносних шляхів, які, відгалужуючись від трахеї, заходять до легень. До складу їхніх стінок входять хрящові півкільця, які запобігають закриттю їхнього просвіту. Внутрішня поверхня бронхів подібно до стінок усіх відділів повітроносних шляхів укрита одношаровим миготливим (війчастим) епітелієм. Заходячи в легені, бронхи багаторазово галузяться на дрібніші бронхи, які врешті переходять у найдрібніші кінцеві трубочки – ***бронхіоли***. Усю систему розгалужень бронхів називають ***бронхіальним деревом*** (мал. 80).

Бронхіоли переходять в альвеолярні ходи, що закінчуються легеневими пухирцями – ***альвеолами*** (мал. 81). Їхні тонкі стінки вкриті густою сіткою кровоносних капілярів. Стінки альвеол утворені одношаровим епітелієм, а їхня порожнина заповнена повітрям.



Мал. 82. Легені

Яка будова і які функції легень?

Легені – парні органи. Права легеня більша за ліву, тому що ліва легеня має заглиблення – так звану серцеву виїмку. Права легеня складається з трьох часток, а ліва – з двох (мал. 82). Кожна легеня має конусоподібну форму: звужену верхівку та розширену основу, що прилягає до діафрагми. На внутрішній (оберненій до серця) поверхні обох легень є ***ворота легень***, через які нерви, бронхи та легенева артерія входять у легеню, а легенева вена – виходить.

Ззовні кожна легеня вкрита тоненькою щільною сполучнотканинною оболонкою – *легеневою плеврою*. Вона складається з двох листків – внутрішнього (*легеневого*) і зовнішнього (*пристінкового*). Внутрішній листок плеври вкриває саму легеню з усіх боків і зрощений з



її поверхнею, а зовнішній листок зрощений зі стінками грудної порожнини.

Між внутрішнім та зовнішнім листками плеври є щілина – *плевральна порожнина*. Вона містить 1–2 мл рідини, що зменшує тертя листків один об одного під час дихальних рухів. У порожнині плеври в нормі ніколи немає повітря, а тиск дещо нижчий за атмосферний. Це надзвичайно важливо для нормальної роботи легень, бо сприяє дихальним рухам.

Як ви пригадуєте, дрібні розгалуження бронхів продовжуються у вузенькі трубки, на стінках яких розміщені численні легеневі альвеоли. Альвеоли зібрані у групи, тому мають вигляд грон винограду. У легенях дорослої людини міститься 500–700 млн альвеол. Завдяки цьому загальна площа дихальної поверхні легень становить понад 100 $м^2$, що в 50 разів перевищує площу поверхні тіла людини. Тому кров швидко вбирає крізь їхні стінки кисень і віддає вуглекислий газ.

Крім газообміну, легені разом з клітинами крові беруть участь у здійсненні захисних реакцій організму, оскільки в тканині легень міститься велика кількість особливих клітин, здатних знешкоджувати хвороботворні мікроорганізми. Легені забезпечують і *видільну функцію*, бо через них видаляються назовні водяна пара та деякі газоподібні продукти обміну (наприклад, вуглекислий газ).

Ключові терміни і поняття: **внутрішнє та зовнішнє дихання, повітроносні шляхи, носова порожнина, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, легені, альвеоли.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке верхні та нижні дихальні шляхи? 2. Яка будова носової порожнини? Які функції вона виконує? 3. Чому треба дихати через ніс? 4. Що таке носоглотка? 5. Яка будова та які функції гортані? 6. Як побудований голосовий апарат людини? Яке його призначення? Чому не можна перенапружувати голосові зв'язки? 7. Яка будова та які функції трахеї? 8. Що собою становлять бронхи та альвеоли? 9. Які функції альвеол?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Зазначте, що собою становить плевральна порожнина: а) порожнина легень; б) порожнина, розміщена між внутрішнім листком плеври і поверхнею легень; в) порожнина, розміщена між внутрішнім і зовнішнім листками плеври; г) порожнина, розміщена між зовнішнім листком плеври і стінкою грудної порожнини.

2. Позначте орган, у якому перетинаються дихальні й травні шляхи: а) носова порожнина; б) глотка; в) гортань; г) бронхи.

3. Укажіть орган, у якому розміщені голосові зв'язки: а) трахея; б) глотка; в) гортань; г) бронхи.

Установіть правильну послідовність проходження повітря по повітроносних шляхах: а) глотка; б) носова порожнина; в) трахея; г) гортань; д) бронхи.

Обговоріть у групах. I група. Які особливості будови верхніх дихальних шляхів забезпечують видільну і захисну функції? II група. Які особливості будови нижніх дихальних шляхів забезпечують захисну й голосоутворювальну функції? III група. Які особливості будови легень?

Поміркуйте. Чому в будові трахеї та бронхів переважає хрящова тканина?

§20. ПРОЦЕСИ ГАЗООБМІНУ В ЛЕГЕНЯХ І ТКАНИНАХ

Пригадайте будову кровоносної системи ссавців. Які кровоносні судини називають венами, а які – артеріями? Що таке мале та велике кола кровообігу, артеріальна й венозна кров? Які ви знаєте закони дифузії? Що таке гомеостаз?

Як відбувається обмін газів у легенях? Ви вже знаєте, що основна функція легень – це забезпечення газообміну між атмосферним повітрям і кров'ю. Під час вдиху атмосферне повітря надходить до легень і в альвеолах змішується з повітрям, яке залишилося в них після видиху.

По артеріях малого кола кровообігу венозна кров потрапляє в легені (*пригадайте, який шлях проходить кров по малому колу кровообігу у ссавців*). У венозній крові міститься значний відсоток вуглекислого газу. Через стінки капілярів альвеол відбувається газообмін між повітрям, яке міститься в альвеолах (***альвеолярне повітря***), та кров'ю: вона віддає вуглекислий газ і отримує кисень, тобто венозна кров перетворюється на артеріальну. Артеріальна кров виходить з легень через легеневі вени та прямує до серця.

Пригадаймо: атмосферне повітря є сумішшю різних газів, але основними його складовими є кисень, вуглекислий газ та азот. На кожного з них у цій газовій суміші припадає певна частка, яка відповідає такій у загальному атмосферному тиску. Вимірюють цю частку тиску в міліметрах ртутного стовпчика (скорочено мм рт. ст.). Концентрація газів у рідинах характеризується терміном ***напруження***. Він означає, з якою силою розчинений газ намагається залишити рідину.

У повітрі, яке вдихає людина, кисню значно більше, ніж у венозній крові. Оскільки тиск кисню в альвеолярному повітрі більший (102 мм рт. ст.), ніж у венозній крові (40 мм рт. ст.), то згідно з основним законом дифузії кисень з альвеолярного повітря потрапляє крізь стінки альвеол та стінки капілярів у кров.

Вуглекислий газ переходить в альвеолярне повітря завдяки різниці між його напруженням у венозній крові (47 мм рт. ст.) і тиском в альвеолярному повітрі (40 мм рт. ст.). Як бачимо, ця різниця незначна, однак оскільки швидкість дифузії вуглекислого газу з крові приблизно у 25 разів більша, ніж кисню, то й цього достатньо для переходу вуглекислого газу з крові в альвеолярне повітря.

Цікаво знати

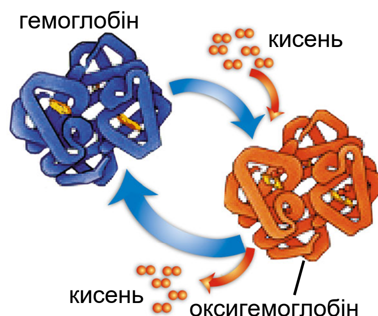
Щоб уявити масштаби газообміну, який відбувається в легенях, слід пам'ятати, що за добу в кожної людини за умов найбільшого спокою з альвеолярного повітря в кров надходить близько 500 л кисню, а з видихуваним повітрям виділяється близько 450 л вуглекислого газу. Зрозуміло, що за напруженої діяльності організму ці показники різко зростають.

Отже, завдяки інтенсивному обміну газів у легенях, тобто безперервному надходженню кисню та видаленню вуглекислого газу, склад



альвеолярного повітря сталий, що має велике значення для підтримання гомеостазу.

Як відбувається газообмін у тканинах? Збагачена киснем артеріальна кров по великому колу кровообігу від серця надходить у капіляри, розміщені у всіх тканинах. Тут артеріальна кров перетворюється на венозну (позбавлену кисню і збагачену вуглекислим газом). Вона повертається до серця, а звідти – до легень. Таке переміщення газів з кровообігом має назву ***транспорт газів кров'ю***. Значна частина кисню і вуглекислого газу переноситься у хімічно зв'язаному стані з білком гемоглобіном, який міститься в еритроцитах (1 г гемоглобіну зв'язує 1,34 мл кисню). Кров постачає до тканин кисень у вигляді окисненого гемоглобіну (*оксигемоглобіну* HbO_2) – нестійкої сполуки, яка легко розпадається і вивільняє кисень (мал. 83).



Мал. 83. Молекула гемоглобіну здатна приєднувати та віддавати кисень

Газообмін у тканинах також відбувається за основним законом дифузії. У тканинах кисень з капілярів, де його концентрація більша, переходить у тканинну рідину з меншою концентрацією цього газу, а з неї – у клітини. Вуглекислий газ, навпаки, переходить з клітин у міжклітинну рідину, а з неї – у кров. Як це відбувається? В артеріальній крові капілярів уміст кисню більший, ніж у клітинах. Завдяки дифузії кисень через стінки капілярів легко переходить у тканинну рідину, з якої проникає в клітини. Там він відразу вступає в реакції окиснення органічних речовин (білків, жирів, вуглеводів). Тому кисень в клітинах не запасається.

Унаслідок процесів окиснення у клітинах збільшується вміст вуглекислого газу. Він так само завдяки дифузії з клітин через тканинну рідину надходить у капіляри, у яких частина (близько 25 %) вуглекислого газу зв'язується з гемоглобіном, утворюючи нестійку сполуку (*карбгемоглобін*). Решта (близько 75 %) вуглекислого газу зв'язується з плазмою крові, утворюючи карбонатну кислоту (H_2CO_3). Так артеріальна кров перетворюється на венозну, яка по венах великого кола кровообігу надходить до серця, звідти судинами малого кола кровообігу – до легень. У легенях карбгемоглобін розпадається, вуглекислий газ вивільняється і виводиться з організму.

Чи змінюється склад повітря в легенях? Ви пам'ятаєте, що до складу атмосферного повітря входить майже 21 % кисню, близько 79 % азоту, приблизно 0,03 % вуглекислого газу, невелика кількість водяної пари та інертних газів. Саме такий склад ***вдихуваного повітря***, яке надходить до нашого організму. Завдяки змінам частоти і глибини дихання в альвеолах підтримується відносно стабільний склад газів. Повітря, яке видихається, називають ***видихуваним***. Його склад порівняно з вдихуваним інший: вміст у ньому кисню знижується, а вуглекислого газу збільшується (*див. таблицю 5*).

Таблиця 5

СКЛАД АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ПОВІТРЯ ПІСЛЯ ВИДИХУ			
Повітря	**Вміст газів (%)**		
	кисень	**вуглекислий газ**	**азот, вода, інертні гази**
Вдихуване (атмосферне)	21,00	0,03	79,03
Альвеолярне	14,40	5,20	80,60
Видихуване	16,30	4,00	79,70

Завдання  Порівняйте склад вдихуваного та альвеолярного; вдихуваного та видихуваного повітря; видихуваного та альвеолярного. Поясніть, чому змінюється їхній вміст. За рахунок чого підтримується відносно сталий склад альвеолярного повітря? Яке це має значення для організму?

Чистота атмосферного повітря має важливе значення для здоров'я людини. У зв'язку з розвитком промисловості і транспорту атмосферне повітря забруднюється. Шкідливим забруднювачем повітря є тютюновий дим.



Намагайтеся не забруднювати свої органи дихання тютюновим димом. Для постачання органів дихання киснем частіше гуляйте на свіжому повітрі: у лісі, скверах, парках тощо. Якщо доводиться якийсь час перебувати в запиленому приміщенні, захищайте свої органи дихання за допомогою респіраторів.

Дихання залежить від парціального тиску кисню в атмосфері. Це добре знають альпіністи та аквалангісти. Альпіністи, піднімаючись на висоту, відчувають зміни в самопочутті: дихання стає поверхневим, періодично переривається; через зменшення концентрації кисню в крові виникає потреба дихати частіше. Так виникає гіпоксія (кисневе голодування), що супроводжується задухою. Можлива кровотеча з носа, запаморочення, нудота, серцева недостатність тощо. Це ознаки ***гірської (висотної) хвороби***.

Аквалангісти, опускаючись на кожні 10 м в глибину, відчувають зміну тиску середовища, який зростає на 1 атм. Також змінюється їхнє самопочуття: у крові і тканинах збільшується парціальний тиск кисню і розчиняється азот. Наслідками отруєння киснем є судоми, галюцинації. Щоб цього не сталося, потрібно азот у газовій суміші замінити на гелій і зменшити концентрацію кисню. Якщо аквалангіста підняти швидко, азот «закипає» (пухирці його закупорюють судини і розривають тканини, що спричинює крововиливи у тканини, які їх оточують) та настає параліч рук і ніг, загальна слабкість. Крім того, взаємодія пухирців азоту з клітинами крові може призвести до утворення згустків крові, здатних закупорювати судини. Тому аквалангіста потрібно піднімати з глибини повільно. За таких умов надлишок газу виводиться без утворення пухирців.



Ключові терміни і поняття: **газообмін, вдихуване, альвеолярне та видихуване повітря.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке дихання? Яке значення дихання для забезпечення процесів життєдіяльності організму? 2. Що таке дифузія і яке її значення в газообміні організму людини? 3. Чим відрізняються вміст кисню та вуглекислого газу в артеріальній і венозній крові? 4. Завдяки чому кисень з альвеолярного повітря надходить у кров, що циркулює по капілярах альвеол? 5. Як відрізняється склад газів у вдихуваному та видихуваному повітрі?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Визначте, де вищий уміст кисню: а) у вдихуваному повітрі; б) у видихуваному повітрі; в) в альвеолярному повітрі.

2. Визначте відсоток вуглекислого газу, який здатний зв'язувати гемоглобін: а) 10 %; б) 25 %; в) 45 %; г) 75 %.

Установіть правильну послідовність процесів, за яких кров насичується киснем: а) людина вдихає атмосферне повітря; б) кисень з альвеолярного повітря переходить у кров; в) у легенях атмосферне повітря змішується з альвеолярним; г) повітря по повітроносних шляхах потрапляє в альвеоли; д) кисень сполучається з гемоглобіном і кров стає артеріальною.

Розв'яжіть задачу. Під час спокійного вдиху дорослої людини до легень надходить близько 500 мл повітря. У вдихуваному повітрі міститься приблизно 21 % кисню, а у видихуваному – 16 %. Визначте, скільки кисню при цьому споживає організм людини. Виберіть правильну відповідь: а) 20 мл; б) 25 мл; в) 30 мл; г) 35 мл.

Обговоріть у групах. Схарактеризуйте основні етапи газообміну в організмі людини. Поясніть значення дотримання чистоти повітря.

Поміркуйте. 1. Чому в повітрі альвеол кисню завжди помітно менше, ніж в атмосфері? 2. Поясніть значення провітрювання класних кімнат після кожного уроку.

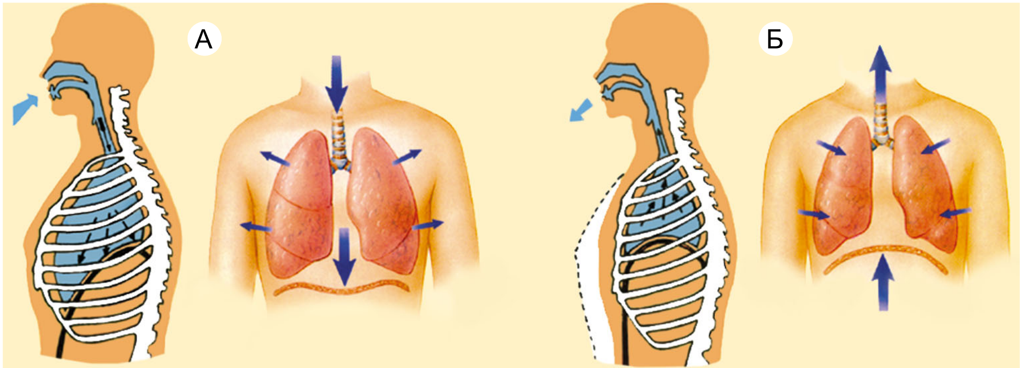
§21. ДИХАЛЬНІ РУХИ

Пригадайте *з курсу фізики* залежність об'єму порожнин від тиску. Що таке діафрагма?

Ви вже знаєте, що основною функцією легень є обмін газів між повітрям альвеол і кров'ю. Газообмін у легенях можливий завдяки дихальним рухам – вдиху і видиху, які разом складають ***дихальний цикл***.

Як здійснюються дихальні рухи? Легені не мають власних м'язів, тому вдих і видих здійснюються за рахунок ***дихальних рухів:*** скорочення або розслаблення м'язів, які змінюють об'єм грудної порожнини (мал. 84). У здійсненні дихальних рухів насамперед беруть участь міжреберні м'язи та діафрагма, меншою мірою – деякі м'язи плечового поясу, шиї, спини та черевного преса. Оскільки тиск у плевральній порожнині менший, ніж тиск у легенях, легені повторюють форму грудної порожнини, що змінюється внаслідок рухів діафрагми.

Під час вдиху скорочуються ***зовнішні міжреберні м'язи***, які підіймають ребра та відводять їх убік. Скорочення м'язів діафрагми змі-



Мал. 84. Дихальні рухи: А – під час вдиху; Б – під час видиху. ***Завдання.*** *Поясніть, що відбувається з легенями, діафрагмою та грудною кліткою під час вдиху і видиху*

нюють її форму зі склепінчастої на пласку. За рахунок цього об'єм грудної порожнини збільшується і тиск у легенях стає нижчий за атмосферний. Унаслідок цього повітря надходить через повітроносні шляхи до альвеол легень.

У стані спокою видих відбувається пасивно через розслаблення зовнішніх міжреберних м'язів і м'язів діафрагми. При цьому ребра опускаються за рахунок власної ваги. Діафрагму відтискають догори еластичні внутрішні органи черевної порожнини, які у свою чергу були відтиснуті донизу під час вдиху.

Під час ***глибокого (активного) видиху***, крім розслаблення зовнішніх міжреберних м'язів і м'язів діафрагми, скорочуються ***внутрішні міжреберні м'язи*** та м'язи черевного преса. Внутрішні міжреберні м'язи активно опускають ребра, а м'язи черевного преса, скорочуючись, відтискають діафрагму вгору. Унаслідок цього об'єм грудної порожнини значно зменшується, тиск у ній стає вищий за атмосферний, і повітря витискається з легень у повітроносні шляхи, а звідти – назовні. Додаткові групи м'язів можуть бути задіяні в дихальних рухах у разі надмірних фізичних навантажень.

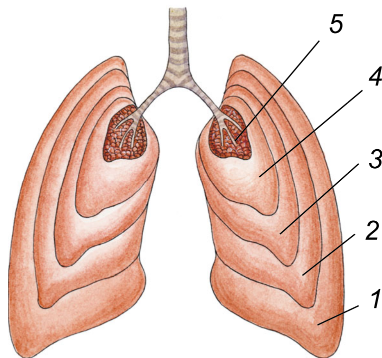
У стані спокою людина здійснює 16–20 дихальних рухів за хвилину. Під час занять спортом, важкої фізичної праці, а також у разі деяких захворювань частота дихальних рухів значно зростає. Для кількісної оцінки функціонального стану легень людини вимірюють так звані **легеневі об'єми**.

Що таке легеневі об'єми та життєва ємність легень? Під час кожного дихального циклу повітря в легенях оновлюється. Цей процес називають ***легеневою вентиляцією***. Її кількісним показником є ***хвилинний об'єм дихання*** – об'єм повітря, яке вдихається і видихається за хвилину. Його розраховують як добуток об'єму повітря, вдихуваного за один раз, на кількість дихальних рухів за 1 хвилину. У стані спокою в дорослої людини хвилинний об'єм становить приблизно 7 л, а за посиленої роботи може сягати 50–160 л. Отже, легенева вентиляція залежить від об'єму вдихуваного повітря та частоти дихальних рухів.





Мал. 85. Спірометр: прилад, за допомогою якого визначають життєву ємність легень людини



Мал. 86. Загальна ємність легень: 1 – глибокий вдих; 2 – спокійний вдих; 3 – спокійний видих; 4 – глибокий видих; 5 – залишковий об’єм

Для характеристики легеневої вентиляції у стані спокою використовують такий показник, як ***дихальний об’єм***. Це кількість повітря, яку вдихає і видихає людина у стані спокою. У середньому він становить 0,5 л. Важливо знати, що із цієї кількості тільки приблизно 0,35 л повітря потрапляє до альвеол, а 0,15 л затримується в порожнинах повітроносних шляхів (носа, носоглотки, гортані, трахеї, бронхів) та участі в газообміні не бере.

Після будь-якого спокійного вдиху людина здатна додатково вдихнути (глибокий вдих) ще 1–2 л повітря. Таке додатково вдихнуте повітря називають ***резервним об’ємом вдиху***. Так само після звичайного видиху можна додатково видихнути ще приблизно 1,5 л повітря, тому його називають ***резервним об’ємом видиху***. Найважливішим показником, який найбільш повно характеризує стан дихальної системи людини, є кількість повітря, яку можна видихнути після максимального вдиху. Саме його називають ***життєвою ємністю легень***.

Отже, життєва ємність легень – це сума дихального об’єму та резервних об’ємів вдиху і видиху. У чоловіків цей показник коливається в межах 3,5–5 л, у жінок – 3–3,5 л. У тренованих осіб він може збільшуватись до 6–7 л. Ось чому в них не виникає задишки під час фізичних навантажень. Велика кількість повітря, яке надходить під час вдиху до легень, здатна повністю забезпечити організм киснем. У нетренованих людей під час фізичного навантаження підвищені потреби в кисні забезпечуються переважно за рахунок зростання частоти дихання. Життєву ємність легень людини визначають за допомогою особливого приладу – ***спірометра*** (мал. 85).

Навіть після максимального видиху в легенях залишається ще 1–1,5 л повітря (***залишковий об’єм***). Це пов’язано з тим, що легені повністю ніколи не спадаються, бо у плевральній порожнині навіть під час максимального видиху тиск залишається нижчим від атмосферного. Життєва ємність легень і залишковий об’єм у сумі становлять ***загальну ємність легень*** – кількість повітря, яке міститься в легенях після максимального вдиху (мал. 86).



Життєва ємність легень – один з основних показників фізичного розвитку людини, який залежить від стану дихальних м'язів. Щоб збільшити життєву ємність легень, потрібно щодня тренувати дихальні м'язи і всю скелетну мускулатуру. Під час м'язової роботи вентиляція легень підвищується не тільки від прискорення частоти дихальних рухів, а й унаслідок збільшення їхньої глибини. Тому потрібно щодня займатися фізичною працею, фізкультурою, спортом (веслуванням, плаванням, гімнастикою, бігом тощо).

Ключові терміни і поняття: **вдих, видих, дихальний центр, життєва ємність легень.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке дихальний цикл? З яких фаз він складається? 2. Який механізм вдиху та видиху? 3. Скільки дихальних рухів здійснює людина в спокійному стані за хвилину?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть м'язи, які забезпечують глибокий видих: а) зовнішні міжреберні; б) внутрішні міжреберні; в) діафрагма; г) шиї.

2. Укажіть, як називають кількість повітря, яку людина може вдихнути після спокійного вдиху: а) дихальний об'єм; б) резервний об'єм вдиху; в) додатковий об'єм; г) життєва ємність легень.

3. Укажіть, як називають максимальну кількість повітря, яку людина може видихнути після глибокого вдиху: а) резервний об'єм; б) додатковий об'єм; в) дихальний об'єм; г) життєва ємність легень.

Розв'яжіть задачу. Скільки повітря (л) використає на дихання клас із 35 осіб за 45 хв уроку, якщо один учень у середньому робить 16 вдихів за хвилину по 500 мл повітря? Виберіть правильну відповідь: а) 126; б) 1260; в) 12 600; г) 126 000.

Установіть правильну послідовність процесу вдиху: а) легені розтягуються і заповнюються повітрям; б) об'єм грудної порожнини збільшується; в) діафрагма опускається донизу; г) зовнішні міжреберні м'язи скорочуються; д) ребра підіймаються.

Поміркуйте. Чим можна пояснити, що ліва та права легені відрізняються за розмірами?

§22. ХВОРОБИ ОРГАНІВ ДИХАННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКА ЇХ

Пригадайте *з курсу основ здоров'я*, які ви знаєте хвороботворні бактерії. Що таке туберкульоз (сухоти)? Які причини його виникнення, заходи щодо запобігання захворюванню?

Ураження повітроносних шляхів і легень призводить до порушення процесів дихання. Так, вдихання певних хімічних речовин з різким запахом, диму, пилу, дуже холодного чи занадто гарячого повітря може спричинити запалення слизової оболонки носоглотки, глотки, трахеї тощо. Вона набрякає, виділяється багато слизу. Однак найчастіше запалення слизових оболонок різних частин повітроносних шляхів і легень спричиняють інфекційні захворювання.

Які існують інфекційні захворювання органів дихання? Хвороботворні віруси та бактерії можуть вражати будь-яку частину дихальних



шляхів. Запалення слизової оболонки носа називають ***нежить***, або ***риніт***, глотки – ***фарингіт***, гортані – ***ларингіт***, трахеї – ***трахеїт***.

Бронхіт – запалення бронхів з переважним ураженням слизової оболонки. Характерні кашель (при гострому бронхіті довготривалий, страждальний), частіше з виділенням слизового чи слизогнійного харкотиння, задишка, біль у грудях, підвищення температури.

Плеврит – запалення плеври, виникає унаслідок потрапляння збудників інфекції до плевральної порожнини. Будь-яке пошкодження плеври супроводжується втратою герметичності плевральної порожнини. Листки плеври – зовнішній та внутрішній – спадаються і можуть зростатися між собою. Це значно ускладнює або навіть унеможливлює надходження повітря до легень.

Пневмонія – запалення легень. Це дуже небезпечне інфекційне захворювання. Причиною його виникнення найчастіше є переохолодження або ускладнення після бронхіту чи грипу.

Грип – гостре інфекційне захворювання, яке спричиняють віруси кількох різновидів. Після того як людина перехворіла на грип, у неї виробляється несприйнятність до певного різновиду вірусу грипу. Але інші різновиди, які ще не вражали цю людину, здатні спричиняти захворювання. Саме цим пояснюють повторні захворювання на грип.

Цікаво знати 

Про епідемії грипу людство знає ще із середньовіччя. Під час епідемії 1918 р. відомої як «іспанський грип», або «іспанка», у світі за три місяці перехворіло приблизно 500 млн осіб, з яких померло 20 млн.

Джерелом поширення вірусів грипу є хвора людина. Основний шлях зараження – повітряно-краплинний. Хвора людина під час чхання або кашлю виділяє краплини рідини, у яких є вірусні частинки. Інша людина інфікується, вдихаючи найдрібніші краплини слини або слизу, що містять частинки вірусу грипу. Через такий механізм передачі грип надзвичайно швидко може поширюватись.

Збудник грипу вражає епітеліальні клітини верхніх дихальних шляхів. Частинки вірусу грипу можуть легко виділятися з порожнин носа та рота під час розмови, чхання, кашлю. Хворі на грип особливо небезпечні для оточуючих на ранніх етапах інфекції (перші одна-дві доби), коли ознаки захворювання ще чітко не проявилися. Інкубаційний період грипу короткий – зазвичай одна-дві доби.



Інкубаційний період **– період від моменту зараження до перших проявів захворювання.**

Після проникнення в клітини епітелію слизових оболонок верхніх дихальних шляхів вірус грипу спричиняє запалення слизової оболонки. У подальшому він проникає у кров і виділяє речовини, які отруюють організм. Грип завжди починається зі швидкого підвищення температури. Хворого лихоманить, з'являється головний біль, болісні відчуття в м'язах, суглобах, горлі.



Грип небезпечний своїми ускладненнями. Тому за перших ознак захворювання на грип слід негайно звернутися до сімейного лікаря, який призначить курс лікування. Коли спілкуєтеся з хворою на грип людиною, захищайте дихальні шляхи за допомогою марлевої пов'язки, маски медичної або респіратора. Бажано помістити хворого в окреме приміщення, виділити йому окремий посуд тощо.

Небезпечнішою за грип виявилася ***коронавірусна інфекція***, яку скорочено позначають як COVID-19 (від англ. ***COronaVIrus Disease 2019***). Це смертельно небезпечна хвороба людини і деяких тварин (кажанів, норок тощо). Вона пов'язана з ураженням різних органів, насамперед органів дихання, її ускладненням може бути вірусна пневмонія. За досить короткий час COVID-19 розвинувся у пандемію – епідемію, що охопила багато країн, у тому числі – на різних материках. Людина може захворіти на COVID-19 у разі потрапляння вірусних частинок на слизові оболонки носа або очей з краплинами, які виділяє інфікована людина під час кашлю або чхання, а також через руки або інші предмети, забруднені виділеннями з дихальних шляхів інфікованої особи.



Для запобігання зараженню на COVID-19 у місцях перебування інших людей (наприклад, у транспорті, магазинах) слід використовувати захисні маски, респіратори та захисні рукавички. Руки й різні поверхні потрібно дезінфікувати лікарським протимікробним засобом – ***антисептиком*** (від грец. *анти* – проти та *септикос* – гноїстий). Уникайте дотиків руками до свого обличчя (очей, носа та рота). У разі появи перших симптомів захворювання (сухий кашель, втрата смакових та нюхових відчуттів, підвищення температури) слід зробити тест на COVID-19 та негайно звернутися до свого сімейного лікаря.

Туберкульоз – поширене інфекційне соціально небезпечне захворювання. Українська назва туберкульозу – ***сухоти***. Збудник туберкульозу – туберкульозна паличка (паличка Коха) – найчастіше уражає легені. Вона може перебувати у вдихуваному повітрі, краплинках харкотиння, на посуді, одязі, рушниках та інших предметах, якими користувався хворий на туберкульоз. Збудники туберкульозу можуть передаватися людині й через продукти харчування тваринного походження – молоко та м'ясо. Захворювання розвивається довго й поступово.



Для профілактики туберкульозу потрібно користуватися індивідуальними засобами особистої гігієни, загартовувати організм, раціонально харчуватися, пити лише кип'ячене молоко, м'ясо споживати після тривалої термічної обробки. Потрібно щорічно робити флюорографію. Для запобігання зараженню туберкульозом дітям, а за потреби і дорослим, вводять вакцину.

Туберкульозні палички швидко гинуть у сухих, добре освітлених сонячних місцях. Тому, щоб запобігти захворюванню, потрібно тримати в чистоті житлові будинки, вулиці міст, громадські приміщення. Велике значення для очищення повітря в населених пунктах мають зелені насадження.

Дифтерія – важке захворюванням людини. Її збудник – бактерія дифтерійна паличка. Заразитися дифтерією можна від хворої людини чи людини-носія.



Спори бактерії з повітрям потрапляють у дихальні шляхи. Запалення спочатку розвивається в глотці, рідше – гортані, трахеї, порожнинах рота і носа. На слизових оболонках виникає щільна плівка, яка може перекрити просвіт трахеї і спричинити задуху. Для запобігання захворюванню на дифтерію роблять профілактичні щеплення. Якщо ж людина все-таки захворіла, застосовують протидифтерійні лікувальні препарати.



Щоб захистити організм під час епідемії грипу та інших інфекцій, слід дотримуватися відповідних правил поведінки: потрібно не тільки захищати верхні дихальні шляхи від хвороботворних мікроорганізмів, а й посилювати імунітет раціональним вітамінізованим харчуванням, загартовуванням, фізичними вправами.

Як профілактичні заходи в разі захворювань органів дихання слід вживати часник і цибулю, бо ці рослини виробляють речовини (фітонциди), які пригнічують діяльність мікроорганізмів.

Які захворювання органів дихання спричинюють алергени? Алергенами називають усе те, що може спричинити в людини алергічні реакції, як-от набряки, посилений нежить, висипку на шкірі, чхання, кашель тощо. ***Алергія*** (від грец. *аллос* – інший, *ергон* – вплив) – імунологічний процес, пов'язаний з надчутливістю імунної системи в разі повторного потраплення алергена в чутливий до нього організм.

До найпоширеніших алергічних захворювань належать алергічний риніт і бронхіальна астма. Їх спричинюють алергени, серед яких можуть бути продукти харчування (цитрусові, яйця, шоколадні цукерки тощо), пил, шерсть тварин, пилок деяких рослин, хімічні речовини, різні косметичні засоби, медикаменти, мікроорганізми та продукти їхньої життєдіяльності тощо. Ознаками ***алергічного риніту*** є набряк слизової оболонки, сухість і свербіння в порожнині носа, що супроводжується чханням і слизовиділенням. Головними способами лікування є усунення контакту з алергеном, заспокійливі засоби.

Бронхіальна астма проявляється у вигляді нападів задухи, що періодично повторюються. Причиною є різке звуження бронхів або набрякання їхньої слизової оболонки внаслідок алергічної реакції. У разі прояву симптомів астми слід звернутися до лікаря-алерголога, щоб з'ясувати причину цього захворювання. Лікують астму в спеціальних санаторіях, розміщених в екологічно чистих зонах.

Як тютюнокуріння впливає на органи дихання людини? У тютюновому димі, крім нікотину, міститься понад 200 шкідливих для організму речовин (синильна кислота, сажа, чадний газ, смоли, здатні спричинити онкологічні захворювання). Під час куріння вони проникають у дихальні шляхи та легені, зі слиною потрапляють у шлунково-кишковий тракт.



Тютюновий дим, подразнюючи слизові оболонки дихальних шляхів, спричиняє їхнє запалення. Слизові оболонки втрачають здатність знешкоджувати хвороботворні мікроорганізми та шкідливі речовини. Частинки тютюнового диму та продукти згорання тютюну (зокрема, дьоготь) осідають на стінках бронхів та альвеол. Втрачається їхня еластичність і здатність до самоочищення.

Такі легеневі пухирці злипаються і не беруть участі в газообміні. Результатом цього є зменшення постачання організму кисню, що призводить до зниження працездатності, погіршення загального самопочуття.

У чому полягає профілактика захворювань органів дихальної системи? Запам'ятайте «золоте» правило медицини – хворобі легше запобігти, ніж її лікувати. Для запобігання ураженням і захворюванням дихальної системи слід дотримуватися правильного режиму праці, харчування, відпочинку. Дихання потрібно розвивати фізичними вправами, спортом. Повітря у житлових і робочих приміщеннях має бути чистим, без різких коливань температури. Для зменшення ризику захворювання на інфекційні хвороби треба своєчасно і регулярно проходити медичне обстеження, робити профілактичне щеплення, а в разі захворювання – застосовувати медичні препарати, рекомендовані лікарем. Контактуючи з хворим, під час епідемій потрібно дотримуватися санітарно-гігієнічних правил: користуватися марлевою пов'язкою (медичною маскою), яка затримує краплі зі збудниками захворювань.

Для очищення повітря від збудників захворювань органів дихальної системи велике значення мають зелені насадження.

Ключові терміни і поняття: **грип, ангіна, туберкульоз, бронхіальна астма, пневмонія, дифтерія.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які існують захворювання дихальної системи? 2. Які ви знаєте інфекційні захворювання органів дихання? 3. Які шляхи поширення інфекційних захворювань дихальних шляхів? 4. Чому тютюнокуріння спричинює захворювання органів дихання? 5. Яких профілактичних заходів слід вживати, щоб уникнути захворювання органів дихання?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть збудника грипу: а) бактерії; б) гриби; в) віруси; г) одноклітинні тварини.

2. Укажіть органи людини, які найчастіше вражає туберкульозна паличка: а) носова порожнина; б) бронхи; в) трахея; г) легені.

Обговоріть у групах. Схарактеризуйте причини виникнення, симптоми, заходи профілактики та лікування найпоширеніших захворювань органів дихальної системи. Спрогнозуйте наслідки куріння для органів дихання.

Поміркуйте. Чому найчастіше на туберкульоз хворіють люди, які живуть у неналежних житлових умовах і погано харчуються?

Творче завдання. Обґрунтуйте профілактичні заходи, які можуть запобігти захворюванням органів дихання. Відповідь оформте у вигляді пам'ятки.



Тема 6

ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН

Які механізми забезпечують безперервний кровообіг у нашому організмі? У чому унікальність працездатності серця як надійного органа, який упродовж життя людини перекачує кров? Завдяки яким механізмам організм захищається від шкідливих впливів навколишнього середовища?

§23. ПОНЯТТЯ ПРО ВНУТРІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ОРГАНІЗМУ

Пригадайте, до якої групи тканин належать кров і лімфа. Що таке дифузія? Що таке метаболізм?

Що таке внутрішнє середовище організму? Життєдіяльність клітин забезпечується тільки в рідкому середовищі. Як ви вже знаєте, це пов'язано з тим, що процеси обміну речовин між клітинами та середовищем, що їх оточує, краще перебігають у рідинах.



Внутрішнє середовище організму **— сукупність рідин (кров, лімфа, тканинна рідина), що беруть участь у процесах обміну речовин і підтриманні гомеостазу.**

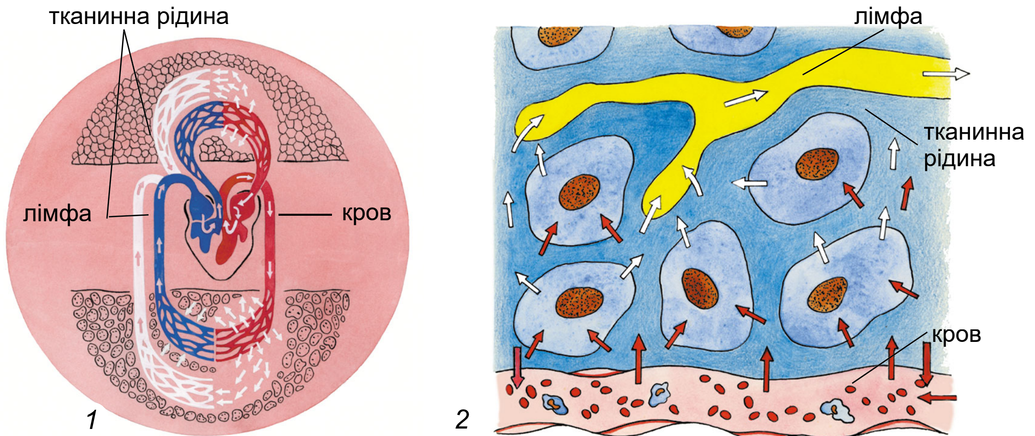
Складові внутрішнього середовища організму тісно пов'язані між собою (мал. 87, 1). Вони постійно переходять одна в одну, переносячи розчинені в них речовини, і таким чином впливають на хімічний склад одна одної. За їхньої участі в організмі перебігають усі процеси метаболізму, зокрема: до клітин безперервно надходять поживні речовини і виводяться кінцеві продукти життєдіяльності.

Цікаво знати 

За норми в організмі людини на відносно сталому рівні підтримується температура тіла, артеріальний тиск, вміст цукру (глюкози) в крові, йонів Натрію, Калію, Кальцію, Хлору тощо.

Які функції виконують складові внутрішнього середовища організму? Ви вже знаєте, що кров належить до тканин внутрішнього середовища. Вона транспортує кисень, вуглекислий газ, поживні речовини, кінцеві продукти обміну речовин, біологічно активні сполуки (гормони, ферменти, вітаміни), забезпечує захисні реакції організму тощо. Кров постійно циркулює по замкненій кровоносній системі.

Крізь найдрібніші кровоносні судини (капіляри) за рахунок тиску шляхом дифузії деякі складові рідкої частини крові (плазма) по-



Мал. 87. 1. Внутрішнє рідке середовище організму. 2. Схема утворення тканинної рідини та лімфи. ***Завдання.*** *Користуючись малюнком і текстом, поясніть шляхи утворення тканинної рідини та зв'язок між кров'ю, лімфою та тканинною рідиною*

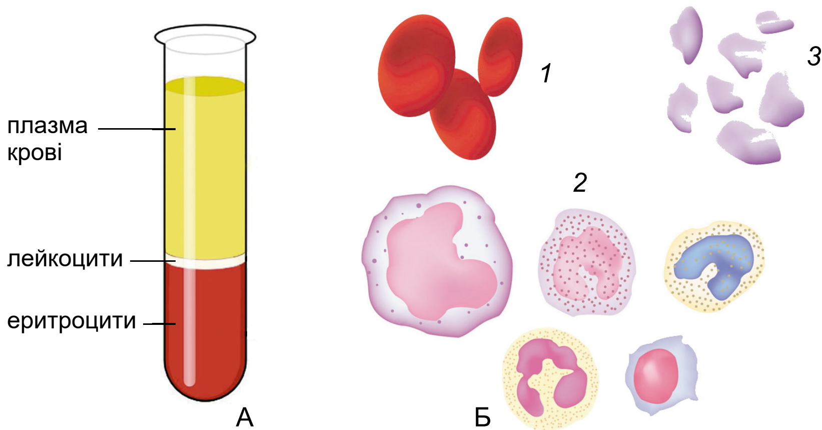
трапляють у міжклітинний простір. Так утворюється **тканинна рідина**, що омиває кожну клітину (мал. 87, 2). Об'єм тканинної рідини в організмі дорослої людини становить приблизно 12 л. З крові до тканинної рідини, а з неї до клітин надходять кисень, мінеральні солі, біологічно активні та поживні речовини. У свою чергу, клітини виділяють у тканинну рідину вуглекислий газ та інші продукти життєдіяльності, які звідти надходять у кров. З тканинної рідини в результаті дифузії через стінки замкнутих лімфатичних капілярів (на малюнку 87, 2 їх зображено жовтим кольором) утворюється лімфа.

Лімфа – прозора і безбарвна тканина внутрішнього середовища. До її складу, як і до складу крові, входять деякі типи клітин. Як і кров, вона відіграє значну роль в обміні речовин і виконує низку захисних функцій. Лімфатичні капіляри, зростаючись, утворюють лімфатичні судини, що забезпечують ***лімфообіг***. Зростаючись, лімфатичні судини в різних ділянках нашого організму формують ***лімфатичні вузли*** (див. мал. 97). Ці периферичні органи лімфатичної системи виконують функцію своєрідних біологічних фільтрів, які захищають організм від збудників інфекційних захворювань. Лімфатичні судини впадають у дві великі лімфатичні протоки, які з'єднані із судинами кровоносної системи. Таким чином, між кров'ю, тканинною рідиною і лімфою здійснюється постійний обмін речовин. Це одна з обов'язкових умов підтримання сталості внутрішнього середовища – гомеостазу.

Який склад крові? Кров як тканина внутрішнього середовища складається з плазми та формених елементів. У дорослого чоловіка об'єм крові, яка циркулює у кровоносній системі, становить близько 8 %, жінки – 6 %, у дитини – 10 %. (*Завдання*: виміряйте масу свого тіла і визначте приблизний об'єм крові, що циркулює у вашому організмі.)

Одним з показників стану здоров'я людини є швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ). Ця реакція базується на здатності еритроцитів під





Мал. 88. А. Пробірка з відстояною кров'ю. Б. Формені елементи крові: 1 – еритроцити; 2 – лейкоцити; 3 – тромбоцити

дією сили тяжіння осідати у плазмі крові. У нормі величина ШОЕ у чоловіків не перевищує 10 мм/год, у жінок – 15 мм/год. Якщо показники ШОЕ відхиляються від норми, це може свідчити про певні захворювання: процеси запалення, паразитування певних видів гельмінтів тощо. Якщо провести таке дослідження, то у пробірці можна побачити, як кров розділилася на фракції (мал. 88. А).

До **формених елементів** належать червоні кров'яні тільця – ***еритроцити***, білі кров'яні тільця – ***лейкоцити*** та кров'яні пластинки – ***тромбоцити*** (мал. 88. Б).

Плазма крові (мал. 88. А) має вигляд більш або менш прозорої в'язкої рідини жовтуватого (солом'яного) кольору. Вона виконує роль міжклітинної речовини. Плазма крові містить 90 % води та розчинені в ній органічні (білки – 7–8 %, вуглеводи – близько 0,12 %, жири – 0,7–0,8 %) та неорганічні (близько 0,9 %) речовини.

Білки плазми крові виконують різні функції. Одні з них беруть участь у захисних реакціях організму: процесах зсідання крові та запобіганні крововтратам у разі ушкодження стінок судин, інші – у знешкодженні чужорідних сполук і частинок, а також хвороботворних мікроорганізмів. Є білки, що впливають на перерозподіл води між плазмою та тканинною рідиною, адже від їхнього вмісту залежить густина крові. Так, зниження концентрації у плазмі крові деяких білків зумовлює затримку води у міжклітинних просторах тканин, що призводить до виникнення набряків. Завдяки роботі різних органів, насамперед нирок, концентрація в плазмі крові води і мінеральних речовин підтримується на постійному рівні.

Цікаво знати

За значних крововтрат людині (за відсутності плазми крові або крові для переливання) в кровоносні судини вводять не дистильовану воду, а розчини, які за вмістом солей та їхньою концентрацією відповідають складу плазми крові. Їх називають ***фізіологічними розчинами.*** Найпростішим фізіологічним розчином є 0,9 %-й розчин натрій хлориду.

Які функції крові? Кровоносна система, по судинах якої безперервно циркулює кров, виконує роль головної транспортної системи нашого організму, забезпечуючи зв'язки між різними тканинами та органами. Її різноманітні функції наведено в таблиці 6.

Таблиця 6

ФУНКЦІЇ КРОВІ ТА ЇХНІ ОЗНАКИ	
Назва функції	**Ознака функції**
Транспортна	Забезпечує постійний транспорт кисню та поживних речовин до клітин через міжклітинну рідину та продуктів їхньої життєдіяльності – до органів виділення; забезпечує перенесення біологічно активних сполук (наприклад, гормонів) до клітин, на які вони впливають
Терморегуляторна	Завдяки високій теплоємності води (основного компонента плазми) кров забезпечує перерозподіл в організмі тепла, що утворилося внаслідок реакцій розщеплення поживних речовин
Захисна	Зсідання крові у разі поранення судин, здійснення захисних реакцій при потраплянні чужорідних сполук і збудників хвороб
Підтримання гомеостазу	Відносна постійність хімічного складу крові, температури та клітинного складу крові є важливою умовою нормальної життєдіяльності організму людини

Склад крові є важливою характеристикою стану організму. За результатами аналізу крові ми маємо змогу визначити кількість її форменних елементів та їхнє співвідношення, вміст гемоглобіну, концентрацію глюкози та інших речовин у крові, швидкість осідання еритроцитів (мал. 89).



Мал. 89. Так у лабораторіях визначають швидкість осідання еритроцитів

Ключові терміни і поняття: **внутрішнє середовище організму, кров, тканинна рідина, лімфа, плазма крові, формені елементи.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які складові внутрішнього середовища організму? 2. Який об'єм крові та тканинної рідини в організмі людини? 3. Які функції в організмі людини забезпечує кров? 4. Який склад плазми крові? 5. Що таке фізіологічний розчин? Для чого його застосовують? 6. Які функції виконують білки плазми крові? 7. Які типи форменних елементів є у крові людини?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть формені елементи, які входять до складу крові: а) еритроцити, міоцити, тромбоцити; б) еритроцити, міоцити, лейкоцити; в) еритроцити, лейкоцити, тромбоцити; г) тромбоцити, лейкоцити, міоцити.

2. Укажіть частку крові (%) в організмі дорослої людини від загальної маси тіла: а) 15–20; б) 25–30; в) 6–8; г) 30–40.



3. Укажіть складову внутрішнього середовища організму людини: а) кров; б) цитоплазма клітин; в) вміст кишківника; г) шлунковий сік.

Обговоріть у групах. Схарактеризуйте такі тканини внутрішнього середовища організму людини, як кров і лімфа. Відповідь оформте у вигляді таблиці.

Поміркуйте. 1. Розчин солі, який має осмотичний тиск вищий, ніж тиск плазми крові, називають гіпертонічним (переважно це 10 %-й розчин натрій хлориду). Його застосовують під час лікування гнійних ран. На рану накладають пов'язку із цим розчином, і рідина з рани виходить назовні (на пов'язку). Чому це відбувається?

2. До яких наслідків може призвести переливання людині, яка втратила певну кількість крові: а) 0,009 %-го розчину натрій хлориду; б) 9 %-го розчину натрій хлориду? Відповідь обґрунтуйте.

Творче завдання. Дослідіть взаємозв'язок між компонентами внутрішнього середовища організму людини, потрібний для забезпечення гомеостазу.

§24. ЕРИТРОЦИТИ. ГРУПИ КРОВІ. ПРАВИЛА ПЕРЕЛИВАННЯ КРОВІ

Пригадайте будову клітини, склад і значення плазми крові та еритроцитів. Що таке гемоглобін?

Ви вже знаєте, що одними з формених елементів крові є червоні кров'яні тільця, або еритроцити.

Яка будова і які функції еритроцитів? **Еритроцити** – клітини крові, що здійснюють в організмі важливу функцію – транспорт газів. Вони переносять кисень від легень до всіх клітин нашого організму, а вуглекислий газ – від клітин до легень. Еритроцити – дрібні, без'ядерні клітини діаметром 7–8 мкм[1] та 1–2 мкм завтовшки. Кількість їх дуже велика: в 1 мм^3 крові дорослої людини міститься в середньому 5–5,5 млн еритроцитів. Еритроцит має форму двоввігнутого посередині диска (мал. 90). Така форма збільшує його поверхню і сприяє кращому проникненню кисню. Уявіть, загальна площа поверхні всіх еритроцитів крові становить приблизно 3800 м^2, що майже у 1800 разів перевищує площу поверхні тіла людини.

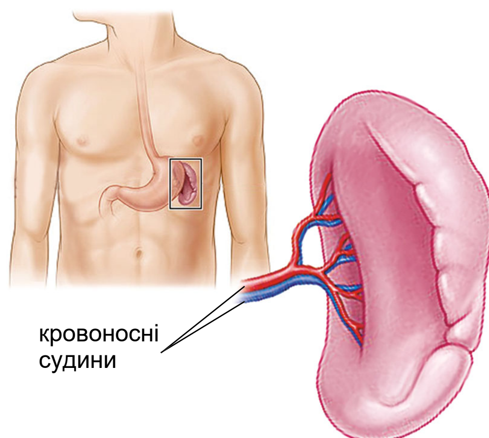
У нормі еритроцити живуть близько 120 днів, а потім руйнуються в селезінці й печінці. ***Селезінка*** – непарний орган, який міститься у черевній порожнині в лівому підребер'ї поблизу шлунка (на рівні 9–11-го ребер) (мал. 91). Вона бере участь у процесах кровотворення (особливо під час зародкового періоду) та захисних реакціях організму людини. Селезінка слугує також «депо» крові – у стані спокою в ній може міститися до 16 % загальної кількості крові (до 500 мл).

Кров постійно поповнюється новими еритроцитами, що утворюються в червоному кістковому мозку із *стовбурових* клітин. *Пригадайте:* ці клітини, на відміну від еритроцитів, мають ядро, яке під час дозрівання еритроцитів руйнується. Характерними рисами стовбурових клітин є те, що вони не спеціалізовані (не диференційовані) і здатні до поділу. Після поділу одна з утворених клітин залишається не спеціалізованою,

[1] мікрометр (скорочено мкм) – одна тисячна частка міліметра.



Мал. 90. Компактне розміщення еритроцитів у капілярі



Мал. 91. Селезінка

а інша – диференціюється, перетворюючись на клітину певного типу. Таким чином, стовбурові клітини дають початок усім типам клітин нашого організму.

В еритроцитах міститься гемоглобін (його скорочено позначають Hb). Як ви вже знаєте, це білкова сполука, що містить атом Феруму (див. мал. 83). Саме він надає гемоглобіну, а відповідно й еритроцитам, червоного забарвлення.

Цікаво знати 

Розшифрували будову молекули гемоглобіну і створили її модель 1960 р. англійські вчені М. Перутц і Дж. Кендрю. За це їм 1962 р. присуджено Нобелівську премію.

Гемоглобін може утворювати нестійкі сполуки з газами – киснем і вуглекислим газом: він здатний на певний час зв'язувати їх та від'єднувати. Сполука гемоглобіну з киснем набуває яскраво-червоного кольору, її називають *оксигемоглобіном* (HbO_2, див. мал. 83). Кров, насичену киснем, називають ***артеріальною***. У капілярах тканин гемоглобін віддає кисень клітинам і приєднує вуглекислий газ. Кров, насичену вуглекислим газом, називають ***венозною***. Вона має темніший колір, ніж артеріальна.

Завдання Полічіть, яку максимальну кількість кисню може містити кров, якщо загальна кількість гемоглобіну в крові людини приблизно 650 г. За повного насичення крові киснем 1 г гемоглобіну може зв'язати 1,34 мл кисню.



Гемоглобін здатний приєднувати й чадний газ (CO), що виділяється при неповному згорянні палива або під час пожежі. Він утворює з ним стійку сполуку – *карбоксигемоглобін* (HbCO). Такі еритроцити втрачають здатність приєднувати і переносити кисень. Отже, чадний газ здатний спричиняти важке отруєння нашого організму. У невеликій кількості карбоксигемоглобін утворюється під час тютюнокуріння.



Що таке недокрів'я? За норми вміст гемоглобіну в чоловіків становить 130–160 г/л, у жінок – 120–150 г/л (г/л означає число грамів гемоглобіну на 1 л крові). Проте під впливом різних негативних чинників уміст гемоглобіну в організмі може зменшуватись. Унаслідок цього кров переносить менше кисню. Настає киснева недостатність, яка впливає на розумову діяльність і фізичну працездатність. Такий стан називають ***недокрів'ям***, або ***анемією***.

За недокрів'я спостерігають кисневе голодування всіх органів і тканин організму. Людина скаржиться на задишку, відчуває слабкість, шум у вухах тощо. Шкірні покриви і слизові оболонки бліднішають. Спричинити недокрів'я можуть: недостатнє харчування, особливо – нестача вітамінів і солей Феруму, руйнування еритроцитів алкоголем, промисловими викидами. Особливо шкідливо впливає на утворення еритроцитів радіаційне забруднення довкілля. Недокрів'я розвивається і за порушення діяльності червоного кісткового мозку. Спричинити недокрів'я можуть і різні захворювання, наприклад малярія, різні види паразитичних червів тощо.



Збалансоване харчування, правильний режим праці й відпочинку – це чинники, які допомагають відновити та підтримувати нормальний вміст гемоглобіну в крові.

У разі значних крововтрат і деяких захворювань виникає потреба в переливанні крові. Для цього кров беруть у дорослої здорової людини. Без шкоди для її здоров'я за один раз можна взяти 200 мл крові. Цю кров консервують, додаючи спеціальні хімічні речовини, що запобігають її зсіданню. Така кров може зберігатися тривалий час.

У минулому переливання крові часто призводило до смерті хворого, поки не стало відомо, що кров однієї людини не завжди сумісна з кров'ю іншої.

Що таке групи крові? У людей виділяють чотири основні групи крові, які успадковуються від батьків і не змінюються упродовж життя (*див. таблицю 7*).

У складі клітинної мембрани еритроцитів є особливі сполуки – комплекси білків і вуглеводів – ***аглютиногени***. Їх позначають літерами латинського алфавіту А та В. В окремому еритроциті може бути присутній лише один з двох аглютиногенів (А чи В) або вони взагалі відсутні.

У плазмі крові міститься два типи білкових сполук – ***аглютинінів***. Їх позначають літерами грецького алфавіту – α (альфа) та β (бета).

Таблиця 7

ГРУПИ КРОВІ ЛЮДИНИ ТА МОЖЛИВІ ВАРІАНТИ ЇЇ ПЕРЕЛИВАННЯ

Групи крові реципієнта	Аглютиногени в еритроцитах	Аглютиніни в плазмі	Групи крові можливих донорів
0 (I)	Відсутні	α і β	0 (I)
A (II)	A	β	0, A (I, II)
B (III)	B	α	0, B (I, III)
AB (IV)	AB	Відсутні	0, A, B, AB (I, II, III, IV)

У крові однієї людини ніколи не трапляються водночас аглютиноген А та аглютинін α або аглютиноген В та аглютинін β.

Змішування несумісної за групами крові (тобто якщо зустрінуться аглютиноген А та аглютинін α або аглютиноген В та аглютинін β) призводить до склеювання еритроцитів донорської крові. Цей процес називають ***аглютинацією***.

Завдання  Якщо ви знаєте вашу групу крові, знайдіть її у таблиці 7, визначте наявність у ній аглютиногенів і аглютинінів та можливого донора.

Донором називають людину, яка добровільно надає частину своєї крові для переливання іншій (***реципієнту***) чи для приготування лікувальних препаратів. Давати свою кров для переливання, тобто бути донором, може кожна здорова людина. Донорство рятує життя людей.



Під час переливання крові разом із донорською кров'ю або через нестерильні інструменти – голки шприців чи систем переливання крові – в організм може потрапити збудник ВІЛ-інфекції або інший вірус – збудник жовтяниці (гепатиту). Тому перед здачею крові донору потрібно пройти відповідне обстеження, зокрема тест на ВІЛ-інфекцію. Це здійснюють заклади охорони здоров'я, насамперед центри профілактики СНІДу. Законом України заборонено розголошувати результати тестів.

Згідно з таблицею 7, людям, які мають 0 (I) групу крові, теоретично можна переливати кров лише 0 (I) групи. Кров цієї групи можна переливати особам з будь-якою групою крові. Тому люди з 0 (I) групою крові є *універсальними донорами*. Особам, які мають АВ (IV) групу, теоретично можна переливати кров усіх чотирьох груп. Такі люди теоретично є *універсальними реципієнтами*. Нині користуються правилом переливання тільки одноймених груп крові.

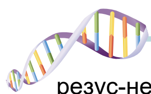
Цікаво знати 

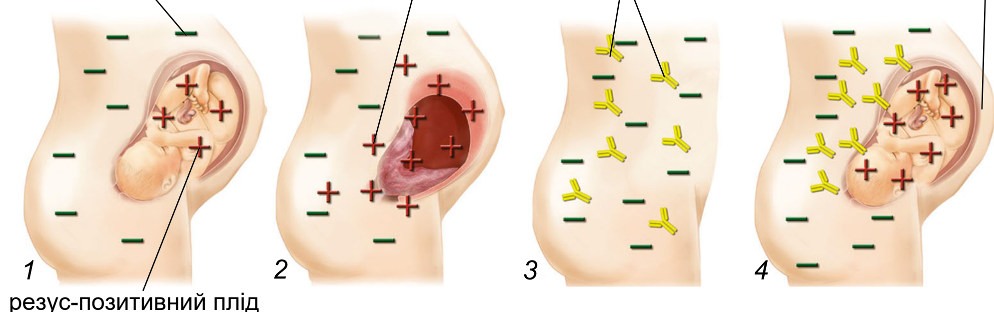
Більшість людей мають 0 (I) або А (II) групу крові, найменш поширена група – АВ (IV). Так, у 47 % українців трапляється 0 (I) група крові, у 43 % – А (II), 7 % – В (III), 3 % – АВ (IV).

Що таке резус-фактор і резус-конфлікт? Під час переливання крові враховують не тільки групу крові, а й наявність чи відсутність на поверхні еритроцитів сполуки білкової природи, яку називають ***резус-фактором*** (скорочено **Rh**). Ця сполука є в більшості людей (приблизно 85 %). Свою назву вона дістала тому, що вперше була знайдена в крові мавпи – макаки резус. За наявності в еритроцитах резус-фактора кров називають ***резус-позитивною*** (або Rh^+), якщо ж резус-фактор відсутній – ***резус-негативною*** (Rh^-).

Якщо резус-позитивну кров перелити людині з резус-негативною кров'ю перший раз, то помітної реакції не буде. Але у відповідь на повторне переливання у крові резус-негативної людини відбудеться аглютинація донорських еритроцитів, яку визначають як ***резус-конфлікт***.

Щоб уникнути резус-конфлікту, людям, які мають резус-позитивну кров, переливають лише резус-позитивну кров, а людям з резус-негативною кров'ю – лише резус-негативну. Явища резус-конфлікту мо-





Мал. 92. Схема виникнення резус-конфлікту

жуть розвиватися і під час вагітності, коли мати і майбутня дитина мають несумісну за резус-фактором кров (мал. 92). Якщо у резус-негативної матері розвивається резус-позитивна дитина, то за першої вагітності резус-конфлікту немає. Кров матері та плоду розділені плацентою, й еритроцити, а відповідно й резус-фактор, не потрапляють до крові матері (мал. 92, 1). Однак під час пологів мінімальна кількість резус-фактора потрапляє в кров матері, що супроводжується утворенням антитіл (мал. 92, 2, 3). За наступної вагітності ці антитіла з крові матері проходять через плаценту і руйнують еритроцити дитини (мал. 92, 4). Такий резус-конфлікт матері й дитини можна попередити, якщо одразу після першої вагітності матері ввести спеціальні антитіла, які зруйнують резус-фактор, що потрапив у її кров.

Кожній людині слід знати групу своєї крові та наявність чи відсутність у ній резус-фактора.

Цікаво знати

Процедура переливання крові стала звичайною завдяки дослідженням австрійського вченого **Карла Ландштейнера** (1868–1943). Він дослідив, що люди відрізняються за наявністю або відсутністю певних білків на поверхні еритроцитів. Так були відкриті групи крові. За це відкриття К. Ландштейнер отримав Нобелівську премію (1930). У 1937 р. він разом з **Александром Вінером** (1907–1976) виявив резус-фактор у крові макаки резус.

Ключові терміни і поняття: **еритроцити, гемоглобін, недокрів'я, групи крові, резус-фактор, резус-конфлікт.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які особливості будови і функції еритроцитів? 2. Яку кров називають артеріальною, а яку – венозною? 3. Які функції селезінки в організмі людини? 4. Що таке недокрів'я і які його причини? 5. Які є групи крові людини? 6. Що таке резус-фактор і резус-конфлікт?

Виберіть одну правильну відповідь

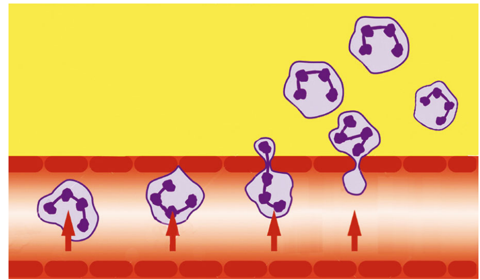
Виберіть характеристики зрілих еритроцитів: а) форма двоввігнутого диска, мають ядро; б) форма двоввігнутого диска, не мають ядра; в) не мають постійної форми і ядра; г) мають ядро, але не мають постійної форми.

§25. ЛЕЙКОЦИТИ. ТРОМБОЦИТИ. ЗСІДАННЯ КРОВІ

Пригадайте, що таке ферменти, лізоцим, фагоцитоз.

Ви вже знаєте, що, крім еритроцитів, до формених елементів крові належать лейкоцити та тромбоцити.

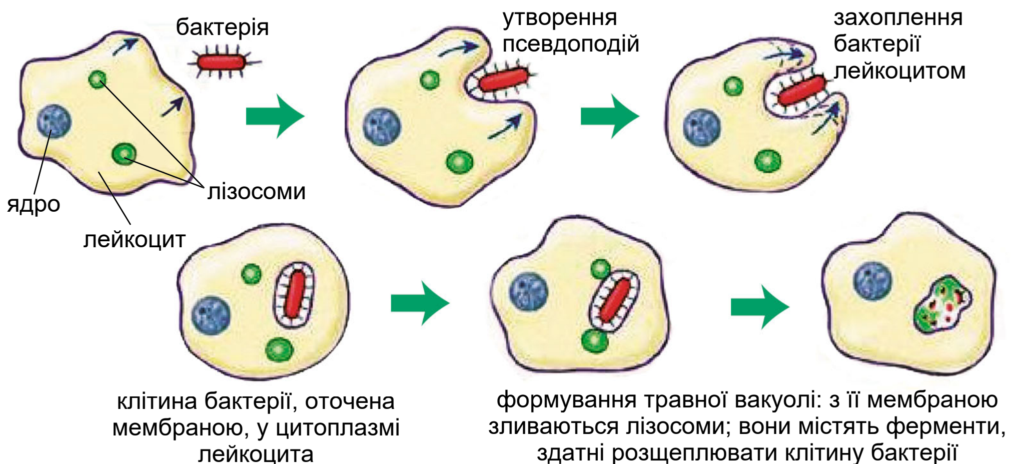
Яка будова і які функції лейкоцитів? **Лейкоцити** – безбарвні клітини, тому їх ще називають *білі клітини крові* (див. мал. 88. Б, 2). Є кілька видів лейкоцитів, різних за розмірами, будовою і функціями. Усі вони, на відміну від еритроцитів, мають ядро. Форма лейкоцитів непостійна, тому вони здатні утворювати несправжні ніжки (псевдоподії) та рухатись подібно до амеби. Деякі види лейкоцитів завдяки цій властивості можуть проникати крізь стінки капілярів і рухатись у міжклітинних просторах (мал. 93). Лейкоцити утворюються в червоному кістковому мозку, дозрівають у тимусі (вилочковій залозі), селезінці (*пригадайте, де розташований цей орган і які його функції*), апендиксі, лімфатичних вузлах. Тривалість життя – від 6–10 годин до десятків років. Руйнуються лейкоцити в селезінці та місцях запалення.



Мал. 93. Схема просування лейкоцита крізь стінку капіляра

У 1 мм^3 крові міститься від 6 до 10 тис. лейкоцитів. Кількість їх у крові може змінюватися. Це пояснюють тим, що половина лейкоцитів перебуває у міжклітинних проміжках, третина – у червоному кістковому мозкові й лише невелика частка міститься у кровоносному руслі.

Збільшення числа лейкоцитів понад норму називають ***лейкоцитозом***. Він розвивається унаслідок запальних процесів, інфекційних та



Мал. 94. Механізм знешкодження лейкоцитом бактерії за допомогою фагоцитозу



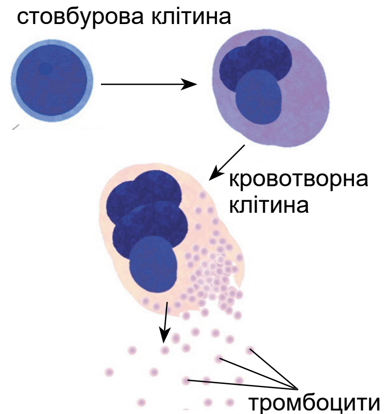
онкологічних захворювань, після споживання їжі та важкої фізичної праці (*як ви думаєте, чому?*). Зменшення числа лейкоцитів у крові нижче норми називають ***лейкопенією***. Її спричиняють деякі інфекційні захворювання, а також променеве ураження організму.

Основна функція лейкоцитів – захист організму від хвороботворних мікроорганізмів, чужорідних білків, сторонніх тіл, які проникають у кров і тканини. Певні види лейкоцитів здатні шляхом фагоцитозу (мал. 94) захоплювати й знешкоджувати чужорідні сполуки та мікроорганізми. Такі лейкоцити містять ферменти, які розщеплюють клітини мікроорганізмів. Гній, що утворюється в тканинах при запаленнях, – це скупчення мертвих лейкоцитів.

Цікаво знати

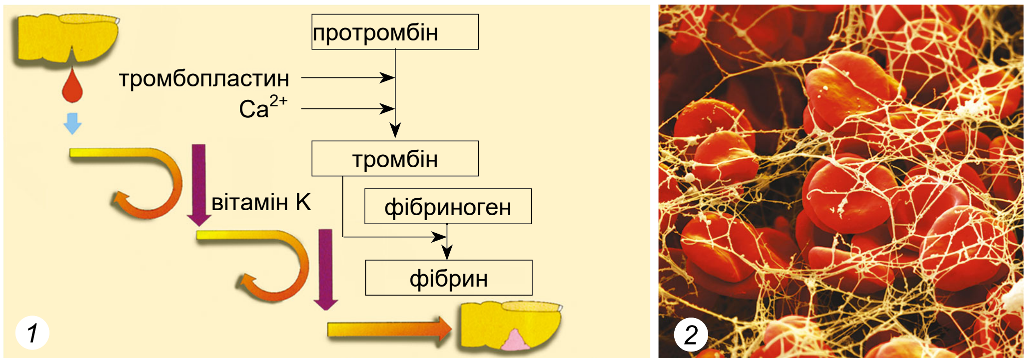
Захисні функції лейкоцитів вивчав наш співвітчизник **Ілля Ілліч Мечников** (1845–1916) – видатний учений, який тривалий час працював в Одеському національному університеті, що носить його ім'я. Спостерігаючи за певними видами лейкоцитів, він виявив явище фагоцитозу й пов'язав з ним захисні властивості організму людини і тварин. Так він відкрив явище клітинного імунітету.

Яка будова і функції тромбоцитів? До формених елементів крові належать **тромбоцити**, або кров'яні пластинки. Це безбарвні, без'ядерні, неправильної форми ділянки цитоплазми, оточені плазматичною мембраною. Кількість їх у нормі становить 150–400 тис. в 1 мл крові. Утворюються тромбоцити в червоному кістковому мозку з великих кровотворних клітин. З однієї такої клітини може утворитися до 4000 тромбоцитів (мал. 95). Тривалість життя тромбоцитів становить приблизно 5–8 днів, після чого вони руйнуються в печінці та селезінці. Тромбоцити також легко руйнуються при ушкодженні кровоносних судин, відіграючи важливу роль у процесах зсідання крові.



Мал. 95. Схема утворення тромбоцитів

Як відбуваються процеси зсідання крові? **Зсідання крові** – важлива захисна реакція організму, яка запобігає втратам крові в разі порушення цілісності кровоносних судин. Під час зсідання крові утворюється кров'яний згусток, що закриває ушкодження в судині. Якщо травми незначні й ушкоджені дрібні кровоносні судини, то кров зсідається переважно за рахунок тромбоцитів. Спочатку вони виділяють біологічно активні речовини, які забезпечують деяке звуження ушкоджених судин. Потім тромбоцити прилипають до волоконець сполучної тканини, закупорюючи ушкоджене місце. У разі травмування більших судин, де високі тиск і швидкість руху крові, спрацьовує інший механізм. Він полягає в перетворенні розчинного білка плазми крові фібриногену на нерозчинний фібрин (мал. 96, 1), у результаті утворюється щільний тромб.



Мал. 96. 1. Схема механізму зсідання крові. 2. Утворення тромбу. ***Завдання.*** *Користуючись схемою, поясніть кожен етап зсідання крові*

Як це відбувається? Під час ушкодження судини вивільняються біологічно активні речовини, зокрема тромбопластин. У присутності йонів кальцію він активує фермент тромбін, який утворюється з протромбіну, що синтезується у печінці під дією вітаміну К. Саме тромбін перетворює фібриноген на фібрин (мал. 96, 1). Нитки фібрину утворюють над ушкодженою ділянкою судини сітку, в яку потрапляють еритроцити, тромбоцити і білки плазми крові. Згусток стискається та ущільнюється. Так виникає кров'яний тромб, який повністю закриває рану (мал. 96, 2). Згодом, після того як ушкоджена ділянка кровоносної судини відновлюється, кров'яний згусток розчиняється.

Цікаво знати

Вплив вітаміну К на зсідання крові довів датський біохімік Х. Дам спільно з американським колегою Е.А. Дозі. У 1943 р. за це їм було присуджено Нобелівську премію. Український учений О.В. Паладін, засновник Інституту біохімії НАН України, 1944 р. синтезував водорозчинний аналог вітаміну К – вікасол, який нині широко застосовують у медичній практиці для зупинки невеликих внутрішніх кровотеч.

У деяких людей зсідання крові порушене. Таке захворювання називають ***гемофілією.*** Це спадкове захворювання, на яке хворіють переважно чоловіки. Передається воно по материнській лінії і характеризується тим, що у хворої людини навіть за незначних ушкоджень кровоносних судин кров не зсідається. Хворі на гемофілію, якщо не вживатимуть спеціальних ліків, можуть загинути від втрати крові навіть за незначного поранення.

У разі деяких захворювань (наприклад, атеросклерозу) кров може зсідатися всередині судини й утворювати в ній тромби. Вони можуть закупорювати кровоносні судини, що небезпечно для життя людини. В організмі людини є речовини, які запобігають зсіданню крові й утворенню тромбів. До них належать гепарин, який утворюється в різних органах, зокрема в печінці, і фермент сироватки крові – фібринолізин.

Ключові терміни і поняття: **лейкоцити, тромбоцити, тромбопластин, фібриноген, фібрин, гемофілія.**



ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яка будова лейкоцитів? Де утворюються лейкоцити? 2. Які особливості будови тромбоцитів? Де утворюються і де руйнуються тромбоцити? 3. Яка роль тромбоцитів в організмі людини? 4. Що таке зсідання крові і як воно відбувається? Як утворюється тромб?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть характеристику лейкоцитів: а) здатні утворювати несправжні ніжки; б) містять гемоглобін; в) клітина має форму двовгнутого диска; г) не мають ядра.

2. Позначте основну функцію, яку виконують лейкоцити: а) транспортна; б) регуляторна; в) захисна; г) секреторна.

3. Укажіть орган, у якому утворюються тромбоцити: а) червоний кістковий мозок; б) селезінка; в) печінка; г) лімфатичні вузли.

Обговоріть у групах. Порівняйте функції формених елементів крові.

Поміркуйте. 1. Чому у здорової людини тромби не утворюються усередині судин? 2. Чому під час інфекційних захворювань кількість лейкоцитів у крові збільшується?

Творче завдання. З допомогою дорослих, а також використовуючи різні джерела інформації, дізнайтеся, навіщо лікарям потрібен загальний аналіз крові хворого.



Лабораторна робота № 1

Тема: Мікроскопічна будова крові людини

Обладнання та матеріали: мікроскопи, мікропрепарати крові людини.

Хід роботи

1. Підготуйте мікроскоп до роботи.
2. За малого збільшення мікроскопа розгляньте мікропрепарат крові людини. Зверніть увагу на кількість, форму та розміщення основних видів кров'яних клітин.
3. Переведіть мікроскоп на велике збільшення, розгляньте та порівняйте структуру еритроцитів і лейкоцитів.
4. Порівняйте форму, розміри, наявність ядра в еритроцитах і лейкоцитах людини. Складіть таблицю.
5. Зробіть висновки.

§26. ІМУННА СИСТЕМА. ІМУНІТЕТ СПЕЦИФІЧНИЙ І НЕСПЕЦИФІЧНИЙ. ІМУНІЗАЦІЯ

Пригадайте, що таке лізоцим, лейкоцити. Які функції червоного кісткового мозку? Що таке лімфа? Які її функції?

Знищуючи чужорідні сполуки та хвороботворні організми, різні типи лейкоцитів беруть участь у забезпеченні імунітету.

Імунна система є однією з регуляторних систем нашого організму. Вона сформувалася в процесі еволюції людини для забезпечення захисту її організму від зовнішньої і внутрішньої біологічної агресії – збудників інфекційних та інвазійних захворювань, а також від виникнення пухлин. Імунна система відіграє важливу роль у підтриманні гомеостазу.

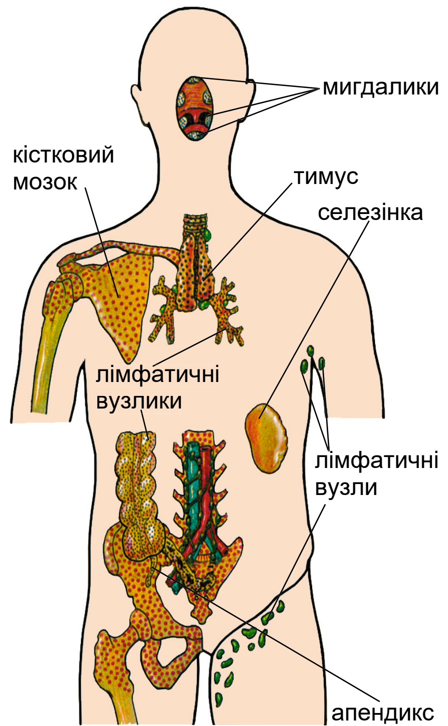


Імунітет – здатність організму протидіяти збудникам інфекційних та інвазійних захворювань, а також впливу речовин, які мають антигенні властивості. Це здатність організму захищати власну цілісність, біологічну індивідуальність і сталість внутрішнього середовища.

Антигени – це чужорідні для організму хімічні речовини, сполуки, що входять до складу вірусів, бактерій, паразитичних еукаріотів тощо, здатні спричинити захисну реакцію.

Що собою становить імунна система? Імунна система – це система органів і тканин, які захищають організм від чужорідних для нього організмів і сполук (мал. 97). Її складові впізнають і знищують не тільки антигени, а й пухлинні клітини, змінені молекули, створені самим організмом.

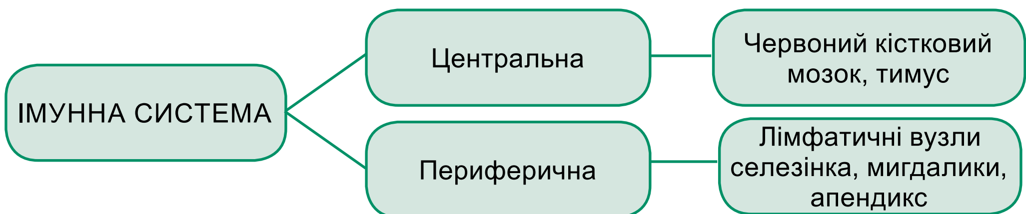
Виділяють центральну та периферичну частини імунної системи (мал. 98). До ***центральних частин*** імунної системи належать червоний кістковий мозок і тимус (вилочкова залоза). Як ви пригадуєте, червоний кістковий мозок є найважливішим кровотворним органом. У тимусі дозрівають певні типи лейкоцитів.



Мал. 97. Органи і тканини, що входять до складу імунної системи людини

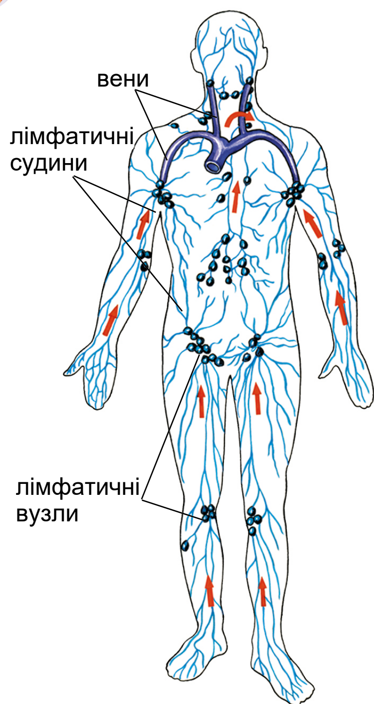
Периферичними частинами імунної системи є селезінка, апендикс, мигдалики та лімфатичні вузли. У селезінці утворюються певні типи лейкоцитів. Вона діє як фільтр проти паразитичних бактерій, чужорідних частинок, а також продукує антитіла. В апендиксі містяться скупчення лімфоїдної тканини. До її складу входять клітини, що беруть участь у здійсненні захисних реакцій організму.

Лімфатична система разом з кровоносною належить до транспортних систем організму. Через неї з тканин у вени повертається вода з розчиненими в ній речовинами та частина лейкоцитів. Лімфа тече



Мал. 98. Схема структури імунної системи





Мал. 99. Лімфатична система

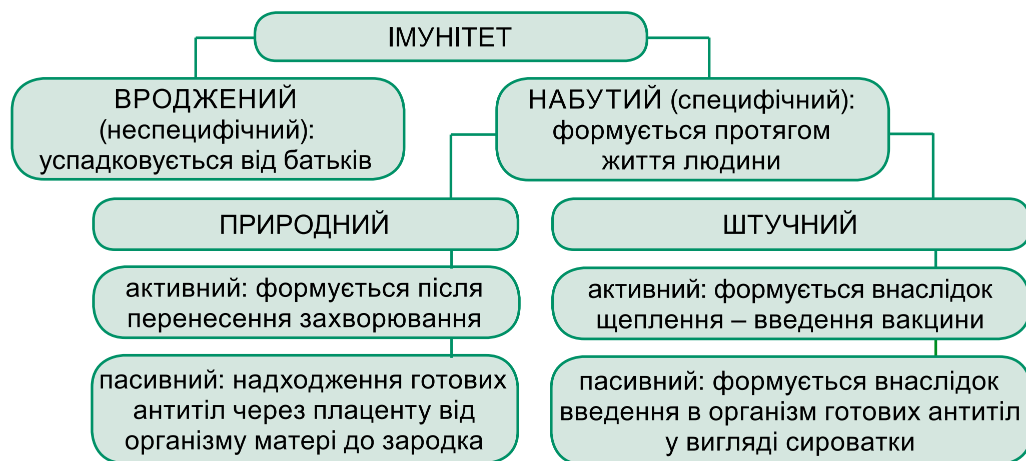
лише в одному напрямку – від тканин до серця.

До складу лімфатичної системи входять лімфатичні капіляри, лімфатичні судини, лімфатичні вузли та лімфатичні органи (мал. 99). Вони тісно взаємопов'язані між собою і забезпечують утворення лімфи та її рух. Стінки лімфатичних капілярів складаються з одного шару клітин, які, нещільно прилягаючи одна до одної, утворюють пори. Це дає можливість міжклітинній рідині з молекулами великих розмірів (білків, ліпідів тощо) легко проникати всередину лімфатичних капілярів. Лімфатичні капіляри на одному кінці замкнені, другим відкриваються в лімфатичні судини.

Лімфатичні судини мають клапани, які перешкоджають зворотному руху лімфи. По ходу великих лімфатичних судин розташовані ***лімфатичні вузли***. Вони виконують роль біологічних фільтрів, оскільки містять здатні до фагоцитозу клітини, що затримують і знешкоджують бактерії, інші чужорідні тіла та отруйні речовини – *токсини*, які виробляють організми.

Під час інфекційних захворювань лімфатичні вузли можуть збільшуватися, стають болісними.

Які є види імунітету? В імунній системі існує багато способів виявлення та знешкодження антигенів. Ці процеси називають ***імунною відповіддю***. За походженням імунітет можна умовно поділити на вроджений і набутий (мал. 100).



Мал. 100. Види імунітету людини

Вроджений (*неспецифічний*) імунітет успадковується від батьків і не залежить від того, контактувала раніше людина зі збудником хвороби чи ні (саме тому його називають неспецифічним).

Вроджений імунітет забезпечують такі механізми:

- цілісність зовнішніх покривів тіла, слизових оболонок дихальних шляхів, травного тракту, стінок кровоносних судин, що запобігає проникненню в організм і розвитку патогенних організмів;
- біологічно активні речовини (фермент слини лізоцим, захисні білки крові тощо);
- певні типи лейкоцитів, здатні до фагоцитозу.

Набутий (*специфічний*) імунітет, на відміну від вродженого, формується впродовж життя людини. Він може виникати після перенесення захворювання (*активний природний*) чи після щеплення (*активний штучний*). *Набутий природний пасивний імунітет* формується завдяки передачі антитіл від матері до дитини через плаценту. *Набутий штучний пасивний імунітет* розвивається після введення в організм готових антитіл у вигляді лікувальної сироватки.

Набутий імунітет формується як відповідь організму на конкретний антиген. За повторного зараження організм здатний реагувати саме на нього. Набутий імунітет забезпечують певні групи лейкоцитів (Т-та-В-лімфоцити) і антитіла. Деякі з лімфоцитів (їх називають *клітинами пам'яті;* вони утворюються з попередників В-лімфоцитів у червоному кістковому мозку), зустрівшись з хвороботворними мікроорганізмами, «запам'ятовують» їхню будову і передають інформацію про цей тип антитіл наступним поколінням В-лімфоцитів. Вони захищають організм лише від тих мікроорганізмів, які «запам'ятали» під час попередньої «зустрічі». Отже, набутий імунітет включає три етапи: розпізнавання чужорідного об'єкта – антигену, інтенсивний поділ клітин, які забезпечують захисні реакції, та імунну відповідь. Компоненти неспецифічного і специфічного імунітету діють разом, доповнюючи одне одного.

За механізмом реалізації захисту імунітет поділяють на клітинний і гуморальний. ***Клітинний імунітет*** зумовлений здатністю певних видів лейкоцитів до фагоцитозу збудників і руйнування заражених клітин (*пригадайте*: автором теорії клітинного імунітету є наш співвітчизник – І.І. Мечніков). ***Гуморальний імунітет*** забезпечують особливі білки, які містяться у плазмі крові, лімфі, тканинній рідині, різноманітних секретах, лікувальній сироватці. Автором гуморальної теорії імунітету є німецький учений **Пауль Ерліх** (1854–1915). 1908 р. І.І. Мечнікову та П. Ерліху за їхні відкриття було присуджено Нобелівську премію в галузі фізіології та медицини.

Ключові терміни і поняття: **імунна система, вроджений (неспецифічний) імунітет, набутий (специфічний) імунітет, природний та штучний імунітет.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Визначте поняття «імунітет». 2. Із чого складається імунна система людини? 3. Що таке неспецифічний імунітет? 4. Що таке специфічний імунітет? 5. Які види специфічного імунітету ви знаєте?



Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть ряд, у якому зазначено всі складові центральної частини імунної системи людини: а) червоний кістковий мозок, селезінка; б) червоний кістковий мозок, тимус (вилочкова залоза); в) селезінка, лімфатичні вузли; г) апендикс, тимус (вилочкова залоза).

2. Виберіть правильні твердження: 1) імунітет – це здатність організму захищати власну цілісність; 2) імунітет – це здатність організму захищати біологічну індивідуальність: а) перше твердження правильне; б) друге твердження правильне; в) обидва твердження правильні; г) обидва твердження неправильні.

Обговоріть у групах. Розкрийте особливості неспецифічного та специфічного імунітету.

Поміркуйте. Який зв'язок існує між специфічним та неспецифічним імунітетом?

Творче завдання. Створіть презентацію на тему «Види імунітету».

§27. МЕХАНІЗМИ ІМУННИХ РЕАКЦІЙ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ. АЛЕРГІЯ. СНІД ТА ЙОГО ПРОФІЛАКТИКА

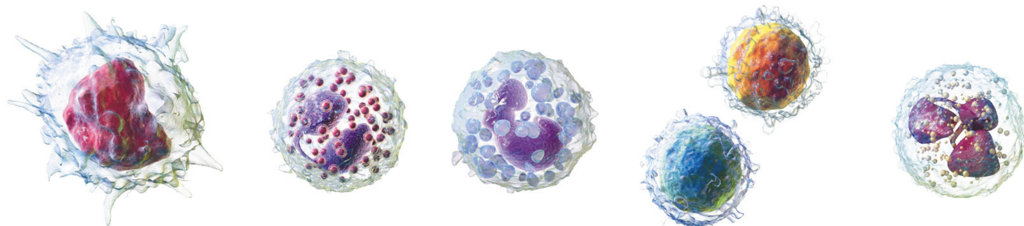
Пригадайте типи імунітету людини. Які формені елементи містяться у крові людини?

Ви вже знаєте, що імунітет людини може бути набутим (специфічним) і вродженим (неспецифічним). Ці види імунітету за механізмами реалізації поділяють на клітинний та гуморальний.

Чим характеризується клітинний імунітет? **Клітинний імунітет** забезпечують певні групи лейкоцитів. Як ви пригадуєте, ***лейкоцити*** – безбарвні клітини крові, що мають ядро та здатні до амебоїдного руху. За рахунок такого руху певні види лейкоцитів можуть проникати крізь стінку кровоносних судин. Вони рухаються в напрямку до бактерій, їхніх токсинів, уражених вірусами клітин, уламків клітин власного організму. Завдяки утворенню несправжніх ніжок лейкоцити здатні до фагоцитозу (див. мал. 94).

Лейкоцити різноманітні за особливостями будови клітин і властивостями (мал. 101). Більшість з них містить у цитоплазмі багато гранул із біологічно активними речовинами. Їх називають ***гранулоцитами***. Лейкоцити, позбавлені таких гранул, належать до ***агранулоцитів***.

Гранулоцити поділяють на нейтрофіли, еозинофіли та базофіли. Основні функції *нейтрофілів*: здійснення фагоцитозу та внутрішньоклітинне перетравлення сторонніх для організму об'єктів (наприклад,



Мал. 101. Різні види лейкоцитів

хвороботворних бактерій). Вони також здатні виділяти сполуки, здатні вбивати клітини хвороботворних бактерій на відстані. Важливою особливістю нейтрофілів є їхня здатність мігрувати до осередків проникнення хвороботворних мікроорганізмів або запалення. Вони потрапляють навіть туди, куди не можуть проникати інші групи лейкоцитів.

Еозинофіли забезпечують імунітет у разі зараження організму паразитичними червами (гельмінтами); запобігають проникненню антигену всередину судин, зв'язуючи їх у тканинах; послаблюють розвиток алергічних реакцій. Зокрема, речовини, які входять до складу гранул еозинофілів, можуть вбудовуватись у мембрани клітин паразитів, порушуючи їхню цілісність. *Базофіли* беруть участь в алергічних реакціях.

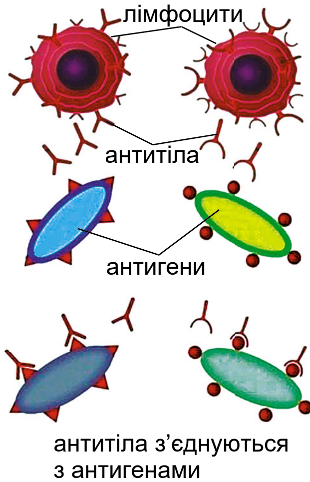
До агранулоцитів належать моноцити і лімфоцити. *Моноцити* – найбільші клітини крові. Моноцити, які виходять за межі кровоносних судин і потрапляють у тканини, називають ***макрофагами***. Один макрофаг здатний захопити і перетравити кілька десятків бактерій. Цікаво, що після цього макрофаги зазвичай не гинуть і далі виконують захисні функції. Основні функції моноцитів (макрофагів): синтез лізоциму, захисних білків інтерферонів; здійснення фагоцитозу; знешкодження пухлинних клітин; участь у механізмах специфічного імунітету.

Лімфоцити, на відміну від інших груп лейкоцитів, потребують ще дозрівання і спеціалізації в лімфоїдних органах (наприклад, Т-лімфоцити – у тимусі, або вилочковій залозі). Лише після цього вони стають здатними виконувати свою головну функцію – забезпечення і підтримання специфічного імунітету.

Під час першої зустрічі в крові чи міжклітинній рідині з антигеном Т-лімфоцит упізнає його структуру. Потім він починає інтенсивно ділитися. При цьому частина новоутворених клітин стає так званими *клітинами-вбивцями* (Т-кілерами), а частина – *клітинами імунної пам'яті*. Т-кілери, виділяючи специфічний білок, руйнують мембрани бактеріальних клітин, тим самим знищуючи мікроорганізми. У разі повторного зараження організму цим видом бактерій захисна відповідь відбувається швидше, оскільки в крові вже є готові клітини імунної пам'яті.

Які механізми гуморального імунітету? **Гуморальний імунітет** забезпечується різними біологічно активними речовинами, зокрема антитілами та інтерферонами. *Антитіла* продукують *В-лімфоцити*. У людини ці клітини дозрівають у мигдаликах (органи в ротоглотці, сформовані лімфоїдною тканиною), апендиксі, лімфатичних вузлах. Після впізнавання антигену В-лімфоцити діляться на клітини імунної пам'яті та *плазматичні клітини*, які переміщуються в лімфатичні вузли і починають продукувати антитіла. Спочатку ці антитіла пов'язані з мембранами В-лімфоцитів, згодом, відриваючись від мембрани, вони специфічно з'єднуються з антигеном. Так утворюється ***комплекс антиген–антитіло*** (мал. 102). Компоненти неспецифічного імунітету активно реагують на комплекс антиген–антитіло і знешкоджують антиген.





Мал. 102. Схема реакції антиген – антитіло

Захисні білки *інтерферони* запобігають розмноженню вірусів, мають протипухлинну та антибактеріальну дію. На відміну від антитіл, їм не властива вузька специфічність щодо антигенів.

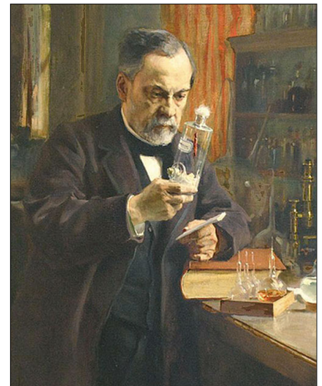
Потужною антибактеріальною активністю характеризується *лізоцим* – фермент, який міститься в слині, сльозах.



Одним з основних показників стану захисних систем організму є кількісна характеристика лейкоцитів. Їхня кількість може змінюватись у досить широких межах: зменшуватись до 1,5–2 тис./мкл (*лейкопенія*) або зростати до 15–20 тис./мкл (*лейкоцитоз*). Важливим показником стану організму є також співвідношення різних типів лейкоцитів, так звана ***лейкоцитарна формула***. Зміщення співвідношення різних типів лейкоцитів у бік збільшення кількості нейтрофілів свідчить про наявність в організмі гострого запального процесу, лімфоцитів – хронічного.

Що таке щеплення та вакцинація? У деяких випадках імунітет можна створити штучно – за допомогою ***імунізації*** – застосування профілактичного щеплення чи сироваток. Для ***щеплення*** застосовують *вакцини*. Ці препарати складаються з послаблених чи вбитих збудників хвороб, продуктів їхньої життєдіяльності, окремих антигенів. Прикладом таких вакцин є протидифтерійна, протитуберкульозна, протиполіомієлітна тощо. У відповідь на введення їх в організмі утворюються власні антитіла і клітини імунної пам'яті, як і після перенесених захворювань. Тому людина стає несприйнятливою до певного захворювання. Як ви пригадуєте, такий штучний імунітет називають *активним*.

Одним з перших методику щеплення застосував англійський лікар **Едуард Дженнер** (1749–1823) проти вірусу натуральної віспи в 1796 році (*знайдіть інформацію про це в інтернеті*). Наукові основи щеплення проти багатьох інфекційних захворювань, зокрема проти сибірки, бешихи свиней, сказу, розробив **Луї Пастер** (мал. 103) – видатний французький учений, засновник сучасної медичної мікробіології та імунології.



Мал. 103. Луї Пастер (1822–1895)

Для утворення *пасивного* штучного імунітету в організм людини вводять спеціальні *сироватки*, що містять готові антитіла проти відповідного збудника. Їх здебільшого отримують з крові тварин, які перехворіли на певне захворювання. Власні антитіла при цьому в організмі не утворюються. Введення сироваток хворому зупиняє розвиток хвороби і сприяє швидшому одужанню. На жаль, пасивний штучний імунітет зберігається лише декілька місяців.

Отже, щеплення здійснюють з метою запобігання захворюванням, а сироватки вводять для лікування певних захворювань. Введення вакцини під час хвороби може тільки ускладнити її перебіг.

Зміцненню імунної системи сприяють загартовування організму, фізичні навантаження, повноцінне харчування, дотримання особистої гігієни.

Що таке алергічні реакції? Зазвичай імунна відповідь на потрапляння в організм антигену є корисною. Проте інколи така імунна реакція може бути надмірною чи неадекватною. У такому разі розвивається ***алергічна реакція*** – підвищена чутливість організму до певної речовини (переважно білкової природи) – алергену.



Алергія – стан підвищення чутливості організму у відповідь на дію алергенів.

Алергени – речовини, які спричинюють алергічні реакції в організмі.

Зазвичай речовини, які можуть бути алергенами, не становлять жодної небезпеки для організму. Такі речовини можуть входити до складу пилку рослин, шкіри і шерсті тварин, харчових продуктів, лікарських засобів тощо. Алергічна реакція розвивається за повторного потрапляння алергену. Симптоми алергічної реакції – почервоніння, набряки, свербіж шкіри, сильне стискання дихальних шляхів тощо.

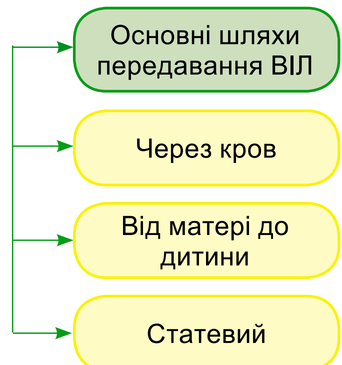
Алергени поділяють на зовнішні та внутрішні. До *зовнішніх* алергенів належать речовини, що входять до складу деяких харчових продуктів (яйця, шоколад, цитрусові), лікарських препаратів, різні хімічні органічні речовини, леткі сполуки (запахи квітів, парфумів). Такі самі реакції можуть виникнути під час дії отруйних речовин, укусів бджіл, джмелів, інших комах. *Внутрішні алергени* – власні тканини організму, переважно зі зміненими природними властивостями. Наприклад, у разі опіків чи обморожень організм сприймає змертвілі тканини як чужорідні й утворює до них антитіла.

Найважчим проявом алергічних реакцій є *анафілактичний шок.* Він може виникнути внаслідок укусів комах, алергії на харчові продукти та лікарські препарати тощо. Такий тип алергічної реакції відбувається бурхливо. Її симптомами є сверблячі висипання на шкірі, набряк горла, зниження артеріального тиску тощо.



Кожна людина повинна знати, на що в неї виникає алергія, й уникати контактів з алергеном. У разі виникнення алергічної реакції потрібно вміти надати першу допомогу.

Що таке СНІД? Більшість інфекційних хвороб, з якими до останнього часу стикалося людство, виникла досить давно. До одних у людини утворився природний імунітет. З деякими люди навчилися боротися, створюючи



Мал. 104. Основні шляхи передачі ВІЛ-інфекції



штучний імунітет. Проте наприкінці XX ст. виявлено віруси, дія яких спрямована проти самої імунної системи. Цю надзвичайно небезпечну хворобу назвали «синдром набутого імунодефіциту» – СНІД.

СНІД – захворювання, спричинене вірусом імунодефіциту людини (ВІЛ). Пригадайте, користуючись схемою, основні шляхи передавання ВІЛ-інфекції (мал. 104).



Надзвичайно небезпечним є те, що людина – носій вірусу – може захворіти через багато років після зараження, за цей час інфікуючи інших людей. Спілкування з ВІЛ-інфікованими людьми на побутовому рівні є безпечним для оточуючих. Переслідування ВІЛ-позитивних або ігнорування таких людей – це порушення прав людини.



Лікарі багатьох країн світу констатують зниження в людини активності імунної системи і, як результат, збільшення частоти і тяжкого перебігу інфекційних захворювань унаслідок погіршення екологічної ситуації на нашій планеті.

На жаль, екологічна ситуація в Україні є надзвичайно напруженою, зокрема в промислових районах і забруднених радіацією після аварії на Чорнобильській атомній електростанції. Пригнічують імунну систему також викиди автомобільних газів, отрутохімікати, продукти харчування, у яких надмірний уміст консервантів, ароматизаторів тощо. Тому всім потрібно дбати про якість продуктів харчування і збереження чистоти довкілля.

***Ключові терміни і поняття*:** **природний імунітет, штучний імунітет, імунізація, вакцина, лікувальна сироватка, алергія.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке імунізація? 2. Чим вакцина відрізняється від лікувальної сироватки? 3. Що таке алергія? Які ознаки алергічної реакції ? 4. Чому виникнення алергічної реакції є небезпечним для здоров'я людини? 5. Що таке СНІД? Які найпоширеніші шляхи поширення ВІЛ-інфекції?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Позначте внутрішні алергени: а) харчові продукти (яйця, шоколад, цитрусові); б) запахи (квітів, парфумів); в) лікарські препарати; г) власні тканини організму під час опіків.

2. Виберіть можливі шляхи зараження ВІЛ-інфекцією: а) повітряно-крапельний; б) переливання крові; б) споживання заражених харчових продуктів; в) споживання сирої води; г) рукостискання.

Обговоріть у групах. Що таке імунізація, види імунізації і яке її значення для збереження здоров'я людини?

Поміркуйте. 1. На початку виникнення епідемії грипу джерела масової інформації закликають робити вакцинацію. Чи доцільно вводити протигрипозну профілактичну вакцину? Яке це має значення для збереження здоров'я людини? 2. Чому заходи щодо боротьби зі СНІДом слід проводити в міжнародному масштабі?

Творче завдання. 1. Дослідіть, яку імунізацію проводили вам. Які вакцини вам уводили і чому? 2. Користуючись різними джерелами інформації, у тому числі й інтернетом, оформте презентацію «Статистичні дані захворювань на СНІД у різних регіонах України».

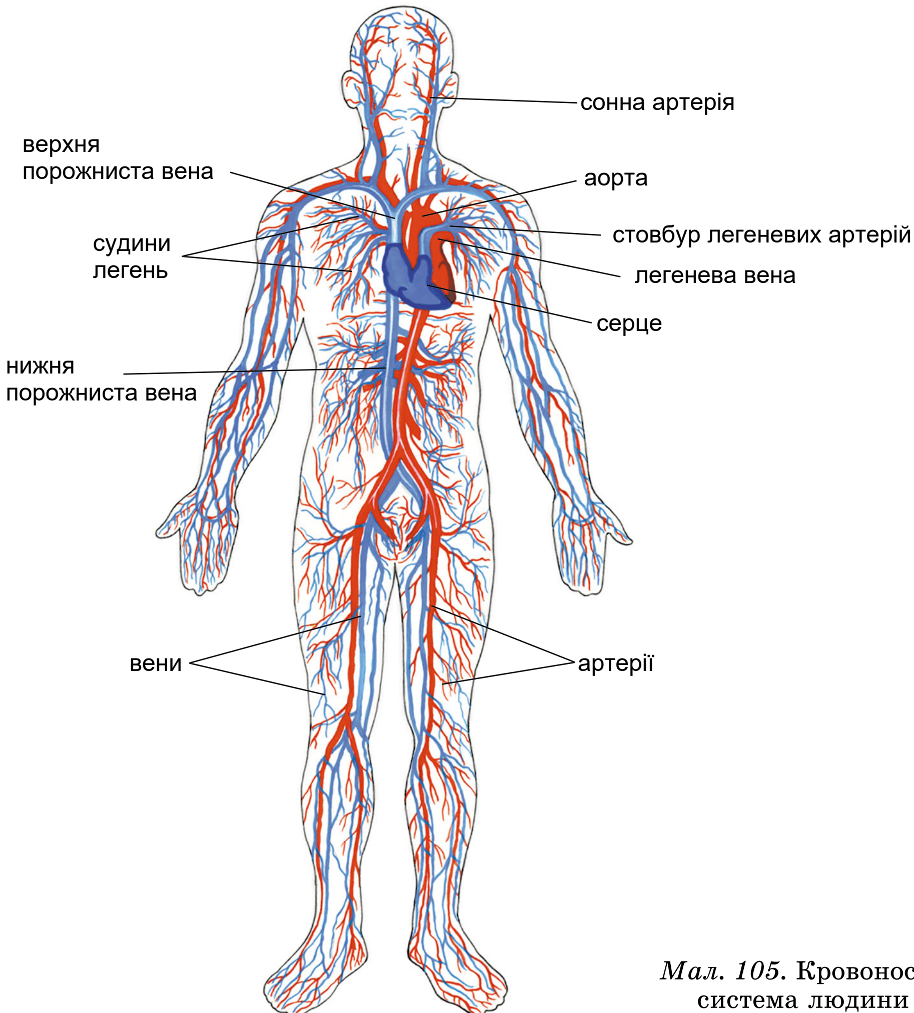
§28. СЕРЦЕ: ЙОГО БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ

Пригадайте особливості кровоносної системи у різних представників хребетних тварин. Які особливості будови серцевого м'яза? Які судини називають артеріями, венами та капілярами?

Рух крові замкненою системою кровоносних судин і порожнин серця називають ***кровообігом***. Система, яка забезпечує кровообіг, має назву ***кровоносна***, або ***серцево-судинна***.

Яке значення кровообігу? Система органів кровообігу складається із серця і різноманітних за діаметром, будовою та функціями кровоносних судин (мал. 105).

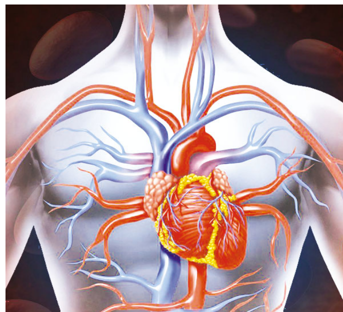
Свої основні функції (транспортну, регуляторну та захисну) кров виконує завдяки постійному рухові по кровоносних судинах. Цей рух забезпечується ритмічними скороченнями серця, що працює як насос, і, створюючи тиск крові, перекачує її по кровоносній системі. Припинення руху крові, навіть короткочасне, смертельно небезпечне для організму.



Мал. 105. Кровоносна система людини



Клітини організму, особливо нервові, навіть кілька хвилин не можуть функціонувати без кисню і поживних речовин, які переносить кров.



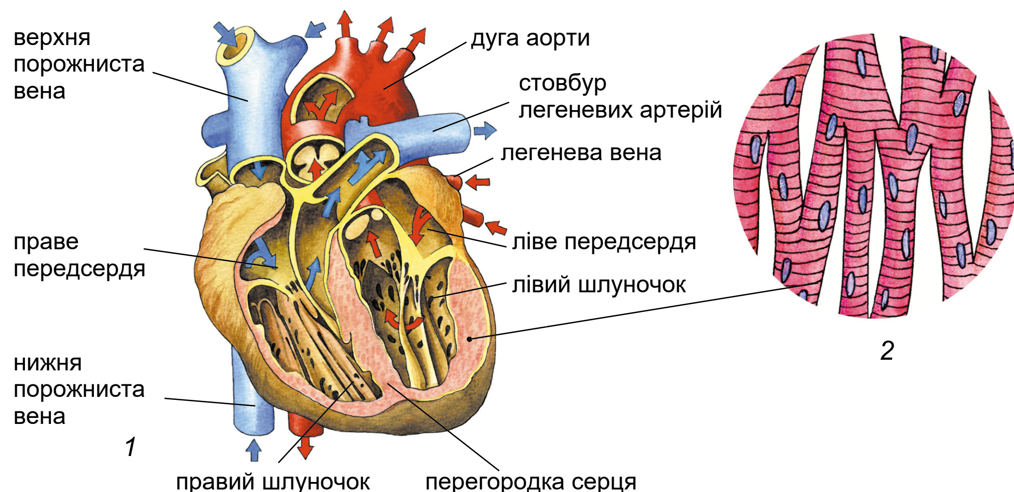
Мал. 106. Розміщення серця в організмі людини

Яка будова серця? **Серце** – порожнистий конусоподібний м'язовий орган, розміщений у грудній порожнині (мал. 106). Розширена його основа обернена вгору, а вузька верхівка – донизу. Дві третини серця містяться в лівій половині грудної порожнини, а одна – в правій. Таким чином, серце зміщене ліворуч від середньої лінії тіла. Серце дорослої людини в середньому 12–13 см завдовжки і до 9–10 см у діаметрі. Маса серця в чоловіків дещо більша, ніж у жінок: близько 300 г (у жінок – 220 г).

Зовні серце оточене еластичною навколосерцевою сполучнотканинною сумкою – ***перикардом,*** який оберігає його від надмірного розтягнення під час наповнення кров'ю. Внутрішні стінки навколосерцевої сумки виділяють рідину, що зволожує серце і зменшує його тертя об стінки перикарда під час скорочень. Стінка серця складається з трьох шарів: внутрішнього – ***ендокарда,*** середнього – м'язового – ***міокарда*** і зовнішнього – сполучнотканинного – ***епікарда.***

Міокард утворений особливою посмугованою м'язовою тканиною (мал. 107, 1, 2). Її клітини, на відміну від скелетних м'язових волокон, з'єднані між собою. Коли збуджується і скорочується одна клітина, то це збудження передається до всіх м'язових клітин передсердя чи шлуночка. Результатом цього є їхнє одночасне скорочення.

Завдяки особливостям будови діяльність серця підпорядкована правилу **«все або нічого»**. Це означає, що у відповідь на подразнення або всі м'язові волокна серця відповідають скороченням, або, якщо подразник недостатньо сильний, вони не реагують на нього. При цьому сила скорочення серцевого м'яза не залежить від сили подразнення.



Мал. 107. 1. Будова серця. 2. Будова серцевого м'яза

Ендокард – внутрішній сполучнотканинний шар оболонки серця – вистеляє порожнини серця. Як і в інших ссавців, серце людини чотирикамерне: складається з двох передсердь (правого та лівого; верхня частина серця) і двох шлуночків (правого та лівого; нижня частина серця) (мал. 107).



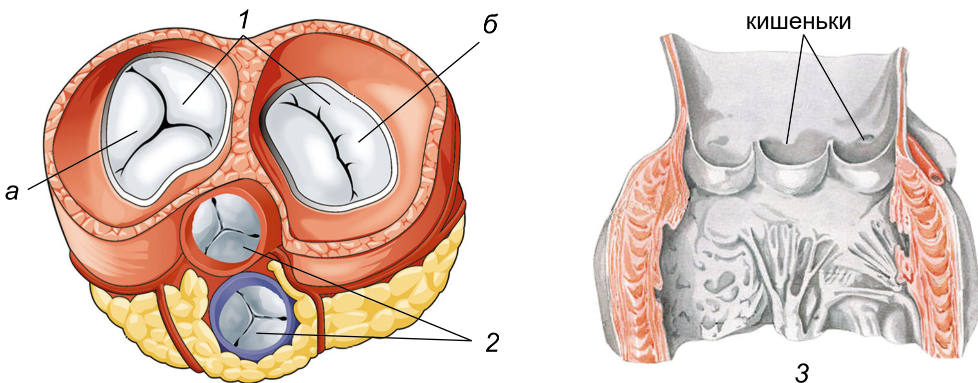
Передсердя – це відділи серця, у які кров збирається з вен.
Шлуночки – це відділи серця, з яких кров надходить в артерії.

Ліва і права частини серця розділені суцільною перегородкою, тому венозна та артеріальна кров у ньому не змішуються. У правій половині рухається венозна кров, у лівій – артеріальна.

Між порожнинами серця, а також між серцем та аортою і між серцем та легеневим стовбуром складки ендокарда утворюють клапани (*знайдіть їх на малюнку 107*). Так, між передсердями та шлуночками розташовані ***стулкові клапани***. Правий клапан складається з трьох стулок (*тристулковий клапан*), а лівий – з двох (*двостулковий*) (мал. 108). До стулок прикріплені сухожильні струни, які на протилежному кінці з'єднані зі стінками шлуночка особливими м'язами. Вони запобігають вивертанню клапанів у бік передсердь. Стулкові клапани забезпечують рух крові від передсердь до шлуночків і перешкоджають зворотному току крові до передсердь під час скорочення шлуночків. На межі правого шлуночка та стовбура легеневих артерій й лівого шлуночка та аорти містяться ***півмісяцеві (кишенькові) клапани***. Кожен з них має вигляд трьох кишень, які вільно пропускають кров зі шлуночка у бік кровоносних судин та запобігають її поверненню із судин у бік серця (мал. 108).

М'язові оболонки передсердь і шлуночків роз'єднані між собою, тож передсердя та шлуночки здатні скорочуватися незалежно, однак узгоджено.

Шлуночки виконують більшу роботу, ніж передсердя, бо вони проштовхують кров по всій довжині судин, тоді як передсердя переганяють кров тільки до шлуночків. Тому м'язові стінки шлуночків значно товстіші, ніж



Мал. 108. Будова клапанів серця: 1 – стулкові: а – тристулковий, б – двостулковий; 2 – півмісяцеві (кишенькові); 3 – розгорнутий півмісяцевий клапан



у передсердь. Найтовщою є стінка лівого шлуночка, бо саме скорочення лівого шлуночка виштовхують кров до великого кола кровообігу.

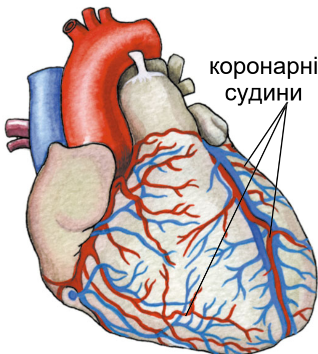
Які властивості серцевого м'яза? Серцевому м'язу завдяки особливостям його будови притаманні такі властивості: збудливість, скоротливість, провідність, автоматія. ***Збудливість*** – здатність серцевого м'яза сприймати подразники та відповідати на них збудженням. Збудження серцевого м'яза супроводжується його ***скороченням***. Збудження, яке виникає в певній ділянці серця, поширюється по всьому серцю завдяки ***провідності*** серцевого м'яза. Як ми згадували раніше, це забезпечується зв'язками між його клітинами. Тому серце скорочується як єдине ціле із чіткою послідовністю: спочатку передсердя, а потім – шлуночки.

Цікаво знати

Автоматія серця – його здатність до ритмічних скорочень за відсутності дії будь-яких зовнішніх подразників чи впливу нервової системи. Автоматію забезпечує скупчення особливих м'язових клітин – так званих *водіїв ритму*. Ці клітини здатні до збудження без участі зовнішніх подразників. Вони утворюють імпульси із частотою 60–80 за хвилину. Головний центр утворення імпульсів – вузол, розташований у стінці правого передсердя.

Під час поширення збудження в серці виникають електричні струми, які розповсюджуються по всьому тілу. Це дає можливість дослідити ритм роботи серця. Найчастіше електричні сигнали серця реєструють з поверхні шкіри кінцівок і грудної клітки й записують у вигляді ***електрокардіограми*** (*пригадайте, як називають прилад, за допомогою якого записують електрокардіограму;* див. мал. 5). Вона відображає стан провідної системи серця і слугує одним із найважливіших діагностичних показників його роботи.

Як серце постачається кров'ю? Серцевий м'яз працює постійно і ритмічно без зупинки впродовж усього життя людини. Це головна фізіологічна відмінність між серцевим і скелетними м'язами. Тому серцевий м'яз потребує постійного надходження з кров'ю великої кількості кисню та поживних речовин. Для цього серце має дві ***коронарні,*** або ***вінцеві*** (від лат. *корона* – вінець), ***артерії***, що розгалужуються на безліч дрібних судин, аж до капілярів (мал. 109). Через коронарні артерії за добу протікає 500 л крові. Продукти обміну речовин і вуглекислий газ з клітин серця виводяться з венозною кров'ю через ***коронарні вени***.



Мал. 109.
Кровопостачання серця

Порушення постачання серця артеріальною кров'ю становить смертельну небезпеку. Його наслідком може бути ***інфаркт міокарда***, який супроводжується змертвінням ділянки серцевого м'яза. Причинами інфаркту можуть бути зменшення просвіту коронарних артерій унаслідок утворення в них тромбів, стискання їхніх стінок чи відкладання жирової речовини на внутрішній поверхні стінок судин.



Інфаркт міокарда – смертельно небезпечне захворювання людини, що потребує негайної госпіталізації. У разі інфаркту міокарда людина відчуває сильний біль у грудній клітці, який поширюється в ліве плече, шию, вуха, нижню щелепу, ключиці, ділянку між лопатками. Для профілактики інфаркту міокарда потрібно вести здоровий та активний спосіб життя, повністю відмовитись від алкоголю і куріння, дотримуватись збалансованого харчування, уникати фізичного та нервового перенапруження, постійно контролювати свій артеріальний тиск.

***Ключові терміни і поняття*:** **епікард, міокард, ендокард, перикард, передсердя, шлуночки, півмісяцеві клапани, стулкові клапани, коронарні артерії, електрокардіограма.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповіді на запитання

1. Де розміщене серце людини? 2. Що таке перикард? 3. Яка будова стінок серця? 4. Які особливості будови та функцій серцевого м'яза? 5. У чому полягає автоматія серця? 6. Що визначає ритм скорочень серця? 7. Які клапани розділяють передсердя та шлуночки? Які їхні функції? 8. Яка будова півмісяцевих клапанів? Які їхні функції? 9. Що означає правило «все або нічого»?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть м'язовий шар оболонки серця: а) ендокард; б) міокард; в) епікард; г) перикард.

2. Позначте складові серця людини: а) одне передсердя та один шлуночок; б) два передсердя та один шлуночок; в) одне передсердя і два шлуночки; г) два передсердя і два шлуночки.

3. Назвіть клапани, які містяться між правим передсердям і шлуночком: а) півмісяцевий; б) двостулковий; в) тристулковий.

4. Укажіть кровоносні судини, які постачають серце киснем і поживними речовинами: а) аорта; б) легеневі артерії; в) коронарні артерії; г) коронарні вени.

Розв'яжіть задачу. Обчисліть кількість крові (л), яку перекачує серце людини за годину, якщо воно скорочується у середньому 70 разів за 1 хв, викидаючи при кожному скороченні з двох шлуночків 150 мл крові. Виберіть правильну відповідь: а) 630; б) 10,5; в) 105; г) 63.

Поясніть, чому потрібно підтримувати постійний рух крові.

Обговоріть у групах. Дослідіть взаємозв'язок будови і функцій кровоносної системи, серця та серцевого м'яза.

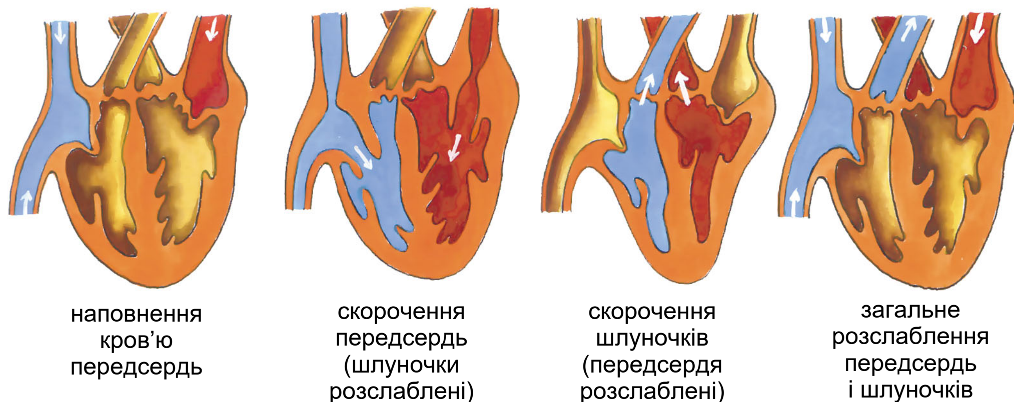
Поміркуйте. Як можна довести, що серце хребетних тварин скорочується автоматично?

§29. РОБОТА СЕРЦЯ

Пригадайте будову серцевого м'яза. Які серцеві клапани називають стулковими, а які – півмісяцевими? Яка їхня функція?

Що таке серцевий цикл? Які його фази? Серце працює циклічно, ритмічно чергуючи скорочення та розслаблення передсердь і шлуночків, що разом має назву **серцевий цикл.** Він складається з трьох фаз: скорочення передсердь – ***систола передсердь***, скорочення шлуночків – ***систола шлуночків*** та загального розслаблення – ***діастоли*** (*див. таб-*





Мал. 110. Серцевий цикл

лицю 8) (мал. 110). Серце людини в стані спокою здійснює 65–75 циклів за хвилину.

Таблиця 8

ФАЗИ СЕРЦЕВОГО ЦИКЛУ			
Фаза	**Що відбувається**	**Тривалість (с)**	**Напрямок руху крові**
I. Систола передсердь	Скорочення передсердь. Шлуночки розслаблені	0,1	За цей час кров з передсердь виштовхується у розслаблені шлуночки
II. Систола шлуночків	Скорочення шлуночків. Передсердя розслаблені	0,3	Кров з правого шлуночка виштовхується до стовбура легеневих артерій, а з лівого – до аорти
III. Діастола	Загальне розслаблення передсердь і шлуночків	0,4	Весь серцевий м'яз перебуває у стані загального розслаблення
Серцевий цикл		0,8	

Під час ***першої фази*** (її тривалість близько 0,1 с) передсердя скорочуються, а шлуночки розслаблені: стулкові клапани відкриті, завдяки чому кров потрапляє у шлуночки. Півмісяцеві клапани натомість закриті. Під час ***другої фази*** (її тривалість 0,3 с) передсердя розслаблені, а шлуночки скорочуються: стулкові клапани закриваються, а півмісяцеві – відкриваються, і кров потрапляє в аорту і стовбур легеневих артерій. ***Третя фаза*** – загального розслаблення – триває 0,4 с. У цей час передсердя і шлуночки розслаблені, кров вільно потрапляє до серця з вен (легеневих, нижньої та верхньої порожнистих). Отже, повний серцевий цикл триває 0,8 с. За цей час м'язові волокна передсердь 0,1 с працюють та 0,7 с відпочивають, а шлуночків – відповідно 0,3 та 0,5 с. Саме відносно великий час відпочинку визначає здатність серцевого м'яза працювати не втомлюючись упродовж усього життя.

Кількість серцевих циклів, які серце здійснює впродовж однієї хвилини, називають ***частотою серцевих скорочень***. Під час скорочення серця дорослої людини в стані спокою кожний шлуночок виштовхує в артерії приблизно 65 мл крові. За хвилину серце перекачує близько 5 л крові, а за рік – майже 2,6 млн літрів. У момент викиду крові в аорту тиск у ній підвищується, а стінки розтягуються. Таке розтягнення завдяки щільності та пружності стінок кровоносних судин хвилеподібно поширюється зі швидкістю, яка значно перевищує швидкість руху крові, від аорти до артерій. Коливання стінок артерій, які виникають у відповідь на кожне скорочення серця, називають ***артеріальним пульсом***.

У здорової людини пульс ритмічний, має частоту 65–75 ударів за хвилину. У разі збільшення частоти серцевих скорочень тривалість серцевого циклу скорочується переважно за рахунок періоду відпочинку. За пульсом можна визначити частоту, ритмічність і силу серцевих скорочень, що вказує на функціональний стан як серцево-судинної системи, так і всього організму. Пульс відчувається у місцях, де великі артерії підходять близько до поверхні тіла, наприклад на внутрішньому боці зап'ястка, на скронях, по боках шиї. Кожне коливання відповідає скороченню серця.

Пересвідчимося у цьому, виконавши лабораторне дослідження.

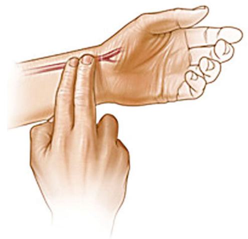


Лабораторне дослідження

Вимірювання частоти серцевих скорочень

Обладнання: годинник із секундною стрілкою.

1. Знайдіть у себе на зап'ястку пульс, як це показано на малюнку 111. Потренуйтесь швидко його знаходити.
2. Увімкніть секундомір і полічіть кількість ударів за 30 с.
3. Отримані дані помножте на 2. Так ви підрахуєте кількість серцевих скорочень за хвилину.
4. Підрахуйте, скільки скорочень робить серце за добу, тиждень, рік.



Мал. 111. Знаходження пульсу на зап'ястку

Як серце зберігає свою працездатність? Будь-який, навіть найбільш тренований, скелетний м'яз через певний час роботи втомлюється і потребує відпочинку. Серцевий м'яз працює без відпочинку. Чим це зумовлено? Міокард за 60 років життя людини в середньому скорочується 2,3 млрд разів і перекачує понад 150 млн літрів крові. Така виняткова працездатність зумовлена ритмічністю його роботи (після скорочення обов'язково відбувається розслаблення), високим рівнем кровопостачання міокарда (по коронарних артеріях до серцевого м'яза надходить найбагатша на кисень і поживні речовини кров).

Хоча серце скорочується автоматично, частота і сила його скорочень залежать від умов довкілля і стану організму. Наприклад, за інтенсивної роботи чи під час виконання фізичних вправ частота серцевих скорочень зростає. На роботу серця впливають також зміна температури довкілля,



біль, різні емоції (гнів, страх, радість тощо). Усі вони посилюють або послаблюють серцеву діяльність.



Фізична діяльність (фізична праця, регулярні спортивні тренування) поліпшує роботу серця. У тренованої людини при фізичних чи психічних навантаженнях посилене кровопостачання органів забезпечується не стільки за рахунок збільшення частоти серцевих скорочень, скільки за рахунок збільшення сили скорочення. Це пояснюють тим, що треноване серце за одне скорочення викидає набагато більше крові, ніж нетреноване. Його стінки мають товщі м'язи, а об'єм камер збільшений. Наприклад, у спортсменів за одне скорочення серце може викидати 200–250 мл крові за норми 65 мл; частота скорочень у стані спокою може становити лише 35–40 за хвилину, що збільшує періоди відпочинку серця. У нетренованої людини кровообіг посилюється насамперед за рахунок збільшення частоти скорочень. Це зумовлює втому серця: в клітинах серця спостерігають нестачу поживних речовин, накопичуються продукти обміну, скорочення стають повільнішими, постачання органів і тканин киснем і поживними речовинами – недостатнім.

Порушувати роботу серця можуть великі емоційні навантаження. За значних хвилювань, стресів серцева діяльність може порушитись – розвинеться так званий серцевий напад. Він супроводжується прискореним або, навпаки, сповільненим серцебиттям, порушенням скорочення серцевого м'яза.

Цікаво знати

Зменшення частоти серцевих скорочень до 45–50 ударів за хвилину має назву *брадикардія.* Прискорене серцебиття називають *тахікардією.* За частого серцебиття шлуночки не встигають наповнитися кров'ю, у результаті чого знижується артеріальний тиск та зменшується приплив крові до органів. Погіршуються умови кровопостачання самого серця, оскільки воно здійснює велику роботу за одиницю часу та потребує більше кисню, а погані умови кровопостачання серця збільшують ризик інфаркту. Розлади ритмічності, послідовності й сили скорочень серцевого м'яза називають *аритмією*. Вони зумовлені порушеннями його автоматизму скорочень, збудливості, провідності.

Отже, для тренування серця потрібно розумову працю чергувати з фізичними вправами, частіше бувати на свіжому повітрі. Фізичні навантаження треба збільшувати поступово. Надмірна робота на початку тренування спричинить перевантаження серця і може призвести до його виснаження. Особливо важливо дотримуватись цього правила підліткам 14–17 років, у яких судинна система відстає в своєму розвитку від темпів розвитку серця. У разі порушень роботи серця (зміни частоти та ритму скорочень, болю в ділянці серця тощо) слід негайно звернутись до лікаря.

Великої шкоди серцю завдає вживання алкоголю, наркотичних речовин та тютюнокуріння. Ці речовини різко прискорюють скорочення серця, виснажують серцевий м'яз. Систематичне вживання алкоголю порушує обмін речовин у м'язових клітинах серця, спричиняючи їх поступове переродження і відмирання.

Ключові терміни і поняття: **серцевий цикл, систола, діастола, артеріальний пульс.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. З яких фаз складається серцевий цикл? 2. Які основні характеристики окремих фаз серцевого циклу? 3. Що впливає на діяльність серця? 4. Як людина може зміцнювати своє серце? 5. Чому слід уникати надмірних фізичних перевантажень і стресів?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть тривалість серцевого циклу за частоти серцевих скорочень 72 уд./хв: а) 0,1 с; б) 0,3 с; в) 0,4 с; г) 0,8 с.

2. Укажіть тривалість систоли шлуночків: а) 0,1 с; б) 0,3 с; в) 0,4 с; г) 0,8 с.

3. Укажіть тривалість діастоли: а) 0,1 с; б) 0,3 с; в) 0,4 с; г) 0,8 с.

4. Укажіть показники частоти пульсу (уд./хв) у дорослої людини (в нормі): а) 60–75; б) 72–85; в) 72–80; г) 80–90.

Розв'яжіть задачу. Обчисліть, скільки крові (л) перекачує серце людини за годину, якщо воно скорочується у середньому 70 разів за 1 хв, викидаючи при кожному скороченні з двох шлуночків 150 мл крові. Виберіть правильну відповідь: а) 630; б) 10,5; в) 105; г) 63.

Обговоріть у групах. I група. Схарактеризуйте фази серцевого циклу. II група. Схарактеризуйте чинники, що впливають на регуляцію роботи серця.

Поміркуйте. Який існує зв'язок між нервовою та гуморальною регуляцією діяльності серця?

З допомогою дорослих виконайте ***дослідницький практикум***.

Самоспостереження за частотою серцевих скорочень упродовж доби, тижня

1. Підрахуйте число серцевих скорочень за хвилину (пульс) упродовж доби (вранці (до уроків), після уроків і перед сном) і впродовж тижня. Дані оформте у вигляді таблиці.

2. За результатами вимірювання побудуйте графік.

3. Зробіть висновок про зміни частоти серцевих скорочень упродовж доби і тижня.

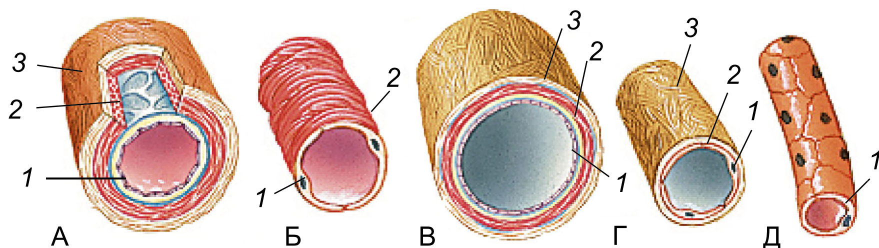
§30. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ КРОВОНОСНИХ СУДИН. РУХ КРОВІ ПО ЗАМКНЕНІЙ СИСТЕМІ КРОВОНОСНИХ СУДИН. АРТЕРІАЛЬНИЙ ТИСК

Пригадайте особливості кровообігу у різних груп хребетних тварин: риб, амфібій, рептилій, птахів, ссавців. Яку кровоносну систему називають замкненою, а яку – незамкненою? Що таке велике та мале кола кровообігу?

Ми вже згадували, що кровоносна система людини, крім серця, включає різні за розміром, будовою і функціями кровоносні судини, якими рухається кров.

Які бувають кровоносні судини і яка їхня будова? Розрізняють три види кровоносних судин: артерії, вени і капіляри. ***Артерії*** (мал. 112. А) – судини, якими кров від серця прямує до різних органів і тканин, незалежно від того, чи артеріальна вона (надходить з лівого шлуночка), чи венозна (надходить з правого шлуночка). Найбільша артерія в організмі людини – ***аорта*** – бере початок від лівого шлуночка серця.





Мал. 112. Схема будови кровоносних судин: А – артерії; Б – артеріоли; В – вени; Г – венули; Д – капіляра (1 – ендотелій, 2 – м'язова оболонка, 3 – сполучнотканинна оболонка)

Стінки артерій складаються з трьох шарів: внутрішній – утворений одним шаром епітеліальних клітин (ендотелієм); середній шар стінок артерій утворюють кільцеві й поздовжні непосмуговані м'язи, а зовнішній – волокниста сполучна тканина. Ступінь скорочення м'язів середнього шару регулює діаметр артерій і тим самим – рівень тиску крові.

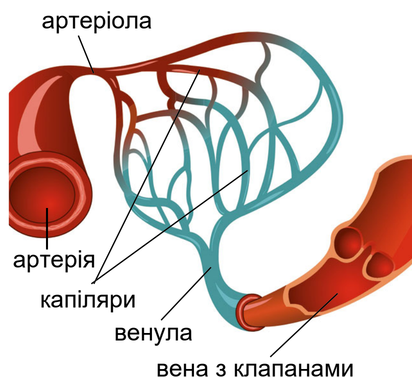
У стінках великих артерій, таких як аорта чи стовбур легеневих артерій, переважають еластичні волокна, які запобігають їхньому надмірному розтягненню. Найдрібніші артерії – *артеріоли* (мал. 112. Б).

Вени – судини, які несуть кров від органів і тканин до серця (мал. 112. В). Їхня стінка, як і в артерій, складається з трьох шарів. Але, оскільки тиск крові у венах порівняно з артеріями менший, стінки вен тонші. Крім того, у венах є *кишенькові (півмісяцеві) клапани* (мал. 113). Вони вільно пропускають кров у бік серця і перешкоджають її руху у зворотному напрямку. Найдрібніші вени називають *венулами* (мал. 112. Г). Ними кров від капілярів надходить до системи вен.

Капіляри – мікроскопічні судини діаметром 4–20 мкм та завдовжки до 1 мм, які сполучають артерії з венами. Тонка стінка капілярів складається лише з одного шару плоских клітин ендотелію (мал. 112. Д). Завдяки цьому через їхні стінки може відбуватись обмін речовинами з тканинною рідиною, яка заповнює міжклітинні простори. Через стінки деяких капілярів можуть проходити навіть цілі клітини, наприклад певні типи лейкоцитів (див. мал. 93). Капіляри утворюють в органах і тканинах густу сітку.

Цікаво знати

У м'язах на 1 мм^2 поперечного перерізу налічують понад 2 тис. капілярів. У стані спокою відкритими є лише 5–10 % з них, тоді як інші закриті за допомогою особливих м'язів-затискачів. Під час активної діяльності органа ці м'язи розслабляються і капілярний кровообіг різко зростає. Загальна площа перетину всіх капілярів тіла людини становить приблизно 6300 м^2, а їхня кількість – близько 150 млрд. Якщо всі капіляри організму людини скласти в лінію, ними можна було б оперезати земну кулю 2,5 раза (загальна довжина капілярів сягає 100 тис. км).



Мал. 113. Сітка капілярів

Капіляри забезпечують зв'язки між артеріальною та венозною системами кровообігу (мал. 113). Це є однією з умов підтримання гомеостазу організму людини.

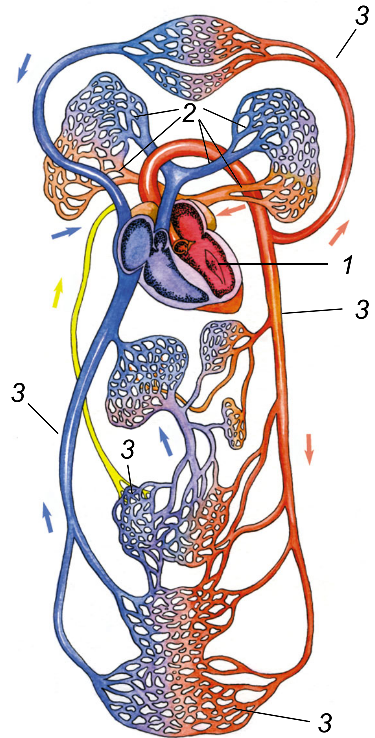
Що таке велике і мале кола кровообігу? Усі артерії, вени і капіляри об'єднані у дві системи судин, які пов'язані із серцем, – велике і мале кола кровообігу (мал. 114). **Велике коло кровообігу** починається від лівого шлуночка серця аортою, куди надходить артеріальна кров. Розгалуженнями аорти (артеріями) кров надходить до всіх органів і тканин тіла та потрапляє до капілярів. Там вона перетворюється на венозну і системою вен надходить до правого передсердя, а звідти – у правий шлуночок серця. Найбільшими венами нашого організму є верхня та нижня порожнисті. Вони впадають у праве передсердя.

Верхня порожниста вена – товстий короткий стовбур, розташований у грудній порожнині. Вона збирає кров від голови, шиї, грудей і верхніх кінцівок. *Нижня порожниста вена* значно довша і починається у черевній порожнині. Вона збирає кров від нижніх кінцівок, органів черевної порожнини (див. мал. 105).

Мале (легеневе) коло кровообігу починається від правого шлуночка серця легеневим артеріальним стовбуром, який розгалужується на праву і ліву легеневі артерії, що несуть кров до легень. Ви вже знаєте, що у капілярах легень відбувається газообмін і венозна кров перетворюється на артеріальну. Легеневими венами вона тече до лівого передсердя, а з нього – у лівий шлуночок, звідки знову потрапляє у велике коло кровообігу.

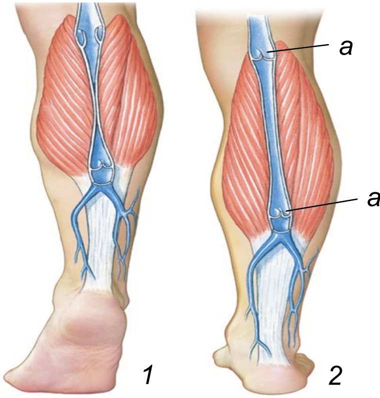
Отже, в артеріях великого кола кровообігу тече артеріальна кров, а у венах – венозна; у малому колі кровообігу навпаки: артерії містять венозну кров, а вени – артеріальну.

Як рухається кров по судинах? Як вам відомо з курсу фізики, рух рідини в будь-якій трубці залежить від різниці тиску на її кінцях: рідина тече в напрямку зменшення тиску. Якщо ця різниця відсутня, то рідина не тече. Тому рух крові по судинах можливий лише за певної різниці тисків, яку створює і постійно підтримує серце завдяки скороченням шлуночків. Під час скорочення шлуночків в аорту та стовбур легеневих артерій викидається кров, яка тисне на стінки цих артерій. Цей тиск зростає під час скорочення шлуночків і знижується під час їхнього розслаблення. Він має назву ***артеріальний***. Найвищий артеріальний тиск в аорті – до 150 мм рт. ст. З подальшим просуванням крові судинами він знижується:



Мал. 114. Схема кровообігу людини: 1 – серце; 2 – судини малого кола кровообігу; 3 – судини великого кола кровообігу





Мал. 115. Рух крові по венах: 1 – скорочення м'язів проштовхують кров по венах у напрямку серця; 2 – кишенькові клапани (а) запобігають зворотному руху крові

в артеріях середнього діаметра його найвищі значення становлять 110–130 мм рт. ст., а при розслабленні шлуночків – 60–80 мм рт. ст. У капілярах тиск не перевищує 22 мм рт. ст. та ще більше знижується у венах (тиск крові в порожнистих венах дорівнює 0 мм рт. ст.).

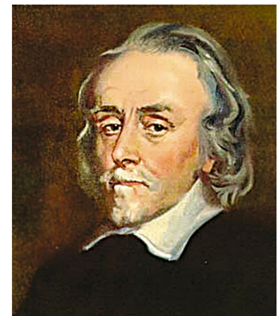
Важливе значення у забезпеченні кровообігу мають скорочення скелетних м'язів. Вони стискають стінки вен, сприяючи руху крові до серця (мал. 115, 1). Під час вдиху тиск у грудній клітці стає нижчий за атмосферний, а в черевній порожнині, де перебуває більша частина крові, він вищий. Це також зумовлює рух крові по венах. Не менш важливою при надходженні крові по венах до серця є присмоктувальна сила передсердь серця (*пригадайте, як за допомогою гумової груші можна в неї набрати рідину*). Кров по венах тече лише в одному напрямку – до серця. Зворотному її руху протидіють кишенькові клапани (мал. 115, 2).

Час повного обігу крові великим і малим колами разом становить близько 20–25 с. При цьому мале коло кров проходить за 4–5 с, а велике – за 15–20 с. Найбільша швидкість кровотоку в аорті (приблизно 50–60 см/с). У міру просування крові від великих артерій (аорта, стовбур легеневих артерій) швидкість руху крові знижується. Найменшою вона стає в капілярах (0,3–0,5 мм/с). Це має важливе фізіологічне значення: повільний рух крові по капілярах сприяє кращому обміну речовин між кров'ю та прилеглими тканинами. Швидкість руху крові від капілярів до вен поступово зростає до 10–15 см/с.

Через вени щоразу в обидва передсердя надходить така сама кількість крові, яка виходить зі шлуночків.

Цікаво знати

Закономірності руху крові по замкненому колу кровоносних судин уперше описав 1628 р. В. Гарвей (мал. 116). За визначні наукові досягнення йому за життя встановлено пам'ятник у Королівському коледжі лікарів у Лондоні.



Мал. 116. Вільям Гарвей (1578–1657) – англійський лікар, анатом, фізіолог і ембріолог

Інтенсивність кровообігу залежить і від фізичних навантажень, температури тіла тощо. Органи, які працюють, завжди потребують поліпшеного кровопостачання, бо з кров'ю вони отримують додаткові поживні речовини та кисень.

Ключові терміни і поняття: **артерії, вени, капіляри, мале коло кровообігу, велике коло кровообігу, артеріальний тиск.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповіді на запитання

1. Що таке кровообіг? 2. Які є види кровоносних судин? 3. Які особливості будови артерій? 4. Які особливості будови вен? 5. Яка будова капілярів? 6. Які ви знаєте кола кровообігу? 7. Які судини утворюють велике коло кровообігу та які його функції? 8. Порівняйте особливості будови та функції великого і малого кіл кровообігу.

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть кровоносні судини, які несуть кров від серця до органів і тканин: а) капіляри; б) артерії; в) вени; г) венули.

2. Укажіть кровоносні судини, через стінки яких відбувається обмін речовин між кров'ю і тканинною рідиною: а) артерії; б) вени; в) венули; г) капіляри.

3. Укажіть кровоносні судини, які мають півмісяцеві клапани: а) аорта; б) артерії; в) капіляри; г) вени.

Обговоріть у групах. I група. Схарактеризуйте шлях, який проходить кров по малому колу кровообігу, та його значення. II група. Простежте шлях крові по великому колу кровообігу.

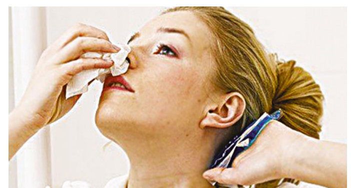
Поміркуйте. Чому мале коло кровообігу називають легеневим?

§31. ПЕРША ДОПОМОГА ПРИ КРОВОТЕЧАХ. СЕРЦЕВО-СУДИННІ ЗАХВОРЮВАННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКА ЇХ

Пригадайте *з курсу основ здоров'я*, що таке кровотеча, яке значення має уміння надати першу допомогу при кровотечах. Які особливості будови серця, судин? Яке захворювання називають гіпертонією? Що таке зсідання крові та гемофілія?

У разі ушкодження судин виникають **кровотечі**. Швидка значна втрата крові дуже небезпечна для організму. Вона призводить до зниження кров'яного тиску, порушення кровопостачання мозку, серця й усіх інших органів. Втрата 2–2,5 л крові смертельна для людини. Вчасне припинення кровотечі рятує життя людині.

Які бувають види кровотеч? Розрізняють капілярну, венозну й артеріальну кровотечі. ***Капілярна кровотеча*** – це ушкодження найдрібніших судин (капілярів). Вона виникає навіть за незначного поранення. Оскільки кров по капілярах тече повільно і під невеликим тиском, то капілярні кровотечі легко зупиняються. Ушкоджені капіляри швидко закриваються тромбом, що утворюється під час зсідання крові. Першою допомогою в разі капілярних кровотеч є знезараження місця поранення розчином гідроген пероксиду або йодною настойкою і накладання на нього стерильної пов'язки.



Мал. 117. Перша допомога у разі кровотечі з носа

Капілярною є й кровотеча з носа. Щоб її припинити, затисніть ніс, а на перенісся покладіть хустинку, змочену холодною водою (мал. 117).

Венозна кровотеча – це ушкодження поверхневих вен (мал. 118, 1). Щоб зупинити венозну кровотечу, достатньо накласти на рану пов'язку,

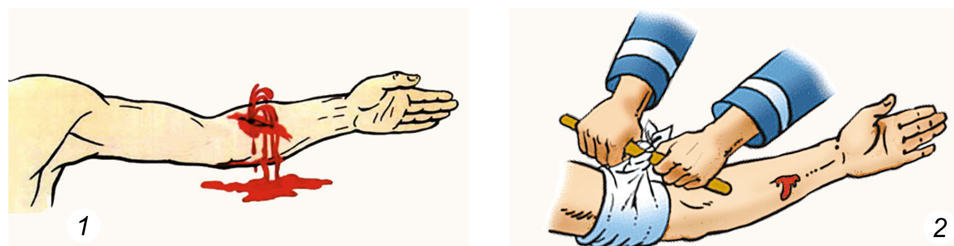


що стисне стінки уражених судин (мал. 118, 2). Якщо ж ушкоджено велику вену, то накладають тиснучий джгут нижче місця поранення. Після надання першої допомоги потерпілого відправляють у травматологічний пункт.



Мал. 118. 1. Венозна кровотеча. 2. Накладання пов'язки у разі венозної кровотечі

Артеріальна кровотеча – це ушкодження артерій, у результаті чого кров витікає у вигляді пульсуючого струменя, подібного до фонтана (мал. 119, 1). Ця кровотеча дуже небезпечна для життя й потребує негайних дій. У разі артеріальної кровотечі поранену кінцівку треба підняти вгору – це зменшить кровотечу. Вище місця ураження (ближче до тіла) слід накласти особливий медичний джгут, який перетисне ушкоджену судину. Саморобний джгут можна виготовити з рушника, чистої ганчірки, простирадла тощо. Спосіб накладання джгута зображено на малюнку 119, 2. Перед його накладанням на поранене місце слід покласти чистий бинт або шматок тканини.



Мал. 119. 1. Артеріальна кровотеча. 2. Накладання джгута

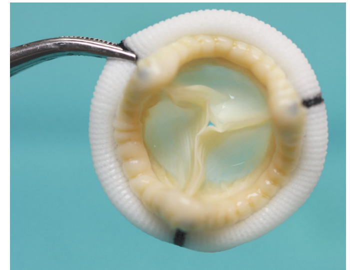
Щоб не пошкодити нерви і шкіру, джгут накладають поверх одягу, хустки або іншої м'якої тканини. Коли джгута немає, можна скористатися ременем або ж зробити закрутку з будь-якого шнура, тканини. Для цього між тканиною і тілом вставляють міцну палицю і закручують тканину до зупинки кровотечі. Потім палицю прибинтовують до тіла. Після зупинки кровотечі потерпілого треба негайно відправити до лікарні. Джгут залишають на кінцівках не більш як на 1,5–2 години, а в холодну пору року – на 1 годину, інакше настане омертвіння тканин. Щоб цьому запобігти, до джгута приколюють записку з точним зазначенням часу його накладання. Якщо потерпілого за цей час неможливо доставити до лікарні, через 1,5–2 години джгут послаблюють на 1–2 хвилини. Якщо кровотеча триває, джгут знову затягують.

Надзвичайно небезпечні для здоров'я і життя людини ***внутрішні кровотечі*** – крововиливи в черевну та грудну порожнини, порожнину

черепа тощо. Виявити їх можна за зовнішнім виглядом людини – вона блідне, дихання стає поверхневим, пульс частішає та слабшає, виступає липкий холодний піт. У такому разі треба негайно викликати «швидку медичну допомогу». До прибуття лікаря потерпілого вкладають у ліжко або надають напівлежачого положення і до можливого місця кровотечі прикладають грілку, пляшку чи поліетиленовий пакет, наповнені холодною водою або (найкраще) льодом чи снігом.

Які хвороби вражають серцево-судинну систему? Серед різних хвороб захворювання серцево-судинної системи є найпоширенішими у світі. Саме вони призводять до тимчасової або повної втрати працездатності. Якщо раніше ці хронічні хвороби були притаманні переважно людям літнього віку, то тепер патологічні порушення серцево-судинної системи спостерігають навіть у дітей.

Вади серця супроводжуються порушенням будови та функцій серцевих клапанів або прилеглих до серця ділянок артерій чи вен. Ці ушкодження розвиваються внаслідок деяких захворювань, наприклад ***ревматизму*** (захворювання, пов'язане з розвитком процесів запалення, що можуть насамперед вражати серце і суглоби), або є вродженими. При цьому клапани або пропускають недостатню кількість крові, або вона тече у зворотному напрямку. Вади серця спричинюють порушення кровообігу і, відповідно, тяжкі розлади нормальної діяльності організму людини. У разі значного ураження клапанів серця та порушення будови його отворів необхідне хірургічне втручання, наприклад вживлення штучних клапанів (мал. 120).



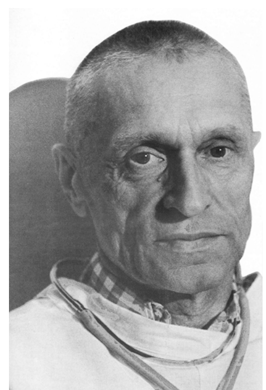
Мал. 120. Такий вигляд має штучний клапан серця

Інфаркт міокарда – це змертвіння частини м'язових клітин серця внаслідок порушення кровообігу в судинах серця. Зумовлюють розвиток інфаркту міокарда перевтома, надмірні фізичні навантаження, психічні травми, гіпертонія, куріння тощо.

Аритмії – порушення нормального ритму діяльності серця. Вони виникають унаслідок змін основних функцій серця: автоматії, проведення збудження та скоротливості. Причинами появи аритмій можуть бути інфекційні хвороби, вплив отруйних речовин, психічні перенапруження.

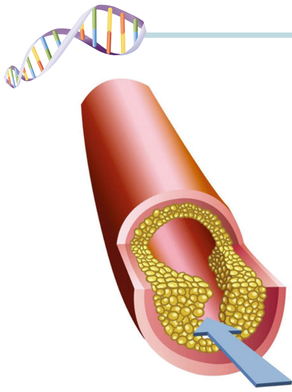
Цікаво знати

Питання хірургічного лікування захворювань легень і серця, штучного кровообігу досліджував видатний вітчизняний хірург-кардіолог, доктор медичних наук, професор, академік НАН та АМН України М.М. Амосов (мал. 120).



Мал. 121. М.М. Амосов (1913–2002)

Які бувають захворювання судин? Дистонія – зміна тонусу артерій, у результаті чого порушуються кровообіг і кровопостачання органів. Ознаками є



Мал. 122. Звуження просвіту артерій

головний біль, стомлюваність. Найчастіше причиною дистонії є невідповідна нервова регуляція судин, неврози, низька фізична активність.

Інсульт – раптове гостре порушення кровообігу в головному мозку, що призводить до ушкодження тканини мозку і розладів його функцій. Наслідком інсульту є спазм, закупорка або розрив кровоносних судин. Інсульт можуть спричинити значні емоційні напруження, гіпертонія, атеросклероз та інші хвороби серцево-судинної системи.

Атеросклероз – хронічне захворювання, що характеризується ущільненням і втратою еластичності стінок артерій, звуженням їхнього просвіту й частим утворенням тромбів (мал. 122). Наслідком цієї хвороби є порушення кровопостачання органів. Причинами виникнення атеросклерозу є гіпертонічна хвороба, цукровий діабет, ожиріння, надмірне вживання жирної їжі, нервові перенапруження, спадкова схильність, а також вживання алкоголю.

Гіпертонічна хвороба – загальне захворювання людини, основним проявом якого є підвищення артеріального тиску. До розвитку гіпертонічної хвороби призводять перевантаження (особливо негативними емоціями), напружена розумова праця, атеросклероз, куріння, надмірне вживання алкоголю, спадкова схильність. Найважливішими ускладненнями гіпертонічної хвороби є інфаркт міокарда, серцева недостатність, інсульт, недостатність функції нирок.

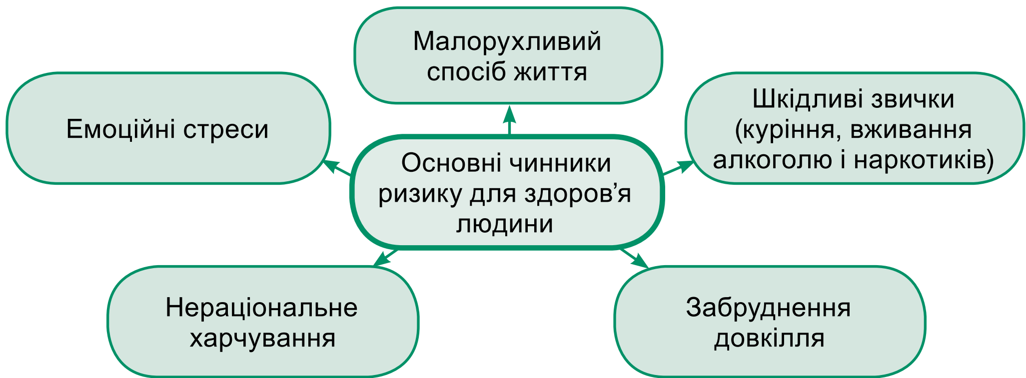
До порушення кровообігу призводить **варикозне розширення вен** (від лат. *варикс* – вузол). При цьому захворюванні у венах нижніх кінцівок застоюється кров, тому вони рельєфно виступають під шкірою. Варикозне розширення вен розвивається насамперед у людей, що постійно перебувають на ногах і мало рухаються. Крім того, його можуть спричиняти шкідливі звички (насамперед тютюнокуріння), емоційні стреси, нераціональне харчування тощо. Хворі відчувають сильний біль в уражених місцях. Причиною цього захворювання є втрата еластичності стінками вен нижніх кінцівок, порушення роботи їхніх клапанів.

Застій крові у венах спричинює утворення тромбів. Це захворювання називають ***тромбофлебітом*** (від грец. *тромбос* – згусток та *флебос* – вена). Утворення тромбу порушує кровообіг. Існує небезпека того, що, відірвавшись від стінки судини, тромб з кровотоком може потрапити до серця чи легеневих артерій.



Щоб запобігти варикозному розширенню вен та тромбофлебіту, слід правильно чергувати періоди праці та відпочинку, регулярно займатись спортом тощо. Відомо, що регулярні фізичні навантаження підвищують тонус судин, зміцнюють серцевий м’яз. За перших ознак варикозного розширення вен потрібно негайно звернутися до лікаря.

Які основні причини виникнення серцево-судинних хвороб? Численні дослідження лікарів багатьох країн виявили такі основні чинники ризику, що загрожують здоров’ю людини (мал. 123).



Мал. 123. Схема, що ілюструє основні чинники ризику для здоров'я людини

Запобігти розвиткові захворювань серцево-судинної системи допоможуть дозовані фізичні навантаження (біг, плавання, велоспорт, ігрові види спорту), які зміцнюють серцевий м'яз, підвищують його працездатність і тонус судин.



Інтенсивність навантажень є суто індивідуальною і залежить від рівня функціональних можливостей організму. Її визначають за частотою серцевих скорочень. Здоровим юнакам і дівчатам для підтримання функціонального стану організму показане фізичне навантаження тричі на тиждень по півгодини. Після перенесених інфекційних хвороб (ангіни, грипу) фізичні навантаження можливі тільки після повного видужання, інакше можуть виникнути ускладнення.

Ключові терміни і поняття: **капілярна, венозна та артеріальна кровотечі, аритмія, дистонія, інфаркт, інсульт, атеросклероз, тромбофлебіт.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яку першу допомогу слід надавати людині у разі артеріальної, венозної та капілярної кровотеч? 2. Яке значення має здоровий спосіб життя для запобігання захворюванням серцево-судинної системи?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть захворювання, що супроводжується крововиливами в головний мозок: а) атеросклероз; б) інфаркт міокарда; в) інсульт; г) тромбофлебіт.

2. Укажіть хворобу серця: а) дистонія; б) інфаркт міокарда; в) інсульт; г) тромбофлебіт.

3. Укажіть найнебезпечнішу кровотечу: а) капілярна; б) венозна; в) артеріальна.

Обговоріть у групах. I група. Способи надання першої допомоги при капілярній і венозній кровотечах. II група. Способи надання першої допомоги під час артеріальної кровотечі.

Поміркуйте. Чому в разі ушкодження артерій пов'язку накладають вище місця ушкодження, а в разі поранення вен – нижче?

Творче завдання. Складіть пам'ятку «Як уникнути розвитку серцево-судинних захворювань».



Тема 7

ВИДІЛЕННЯ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ

Які органи і системи органів беруть участь у виведенні з організму кінцевих продуктів обміну речовин? Як організм людини пристосовується до температурних змін зовнішнього середовища?

§32. ВИДІЛЕННЯ КІНЦЕВИХ ПРОДУКТІВ МЕТАБОЛІЗМУ – ВАЖЛИВИЙ ЕТАП ОБМІНУ РЕЧОВИН. БУДОВА СЕЧОВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

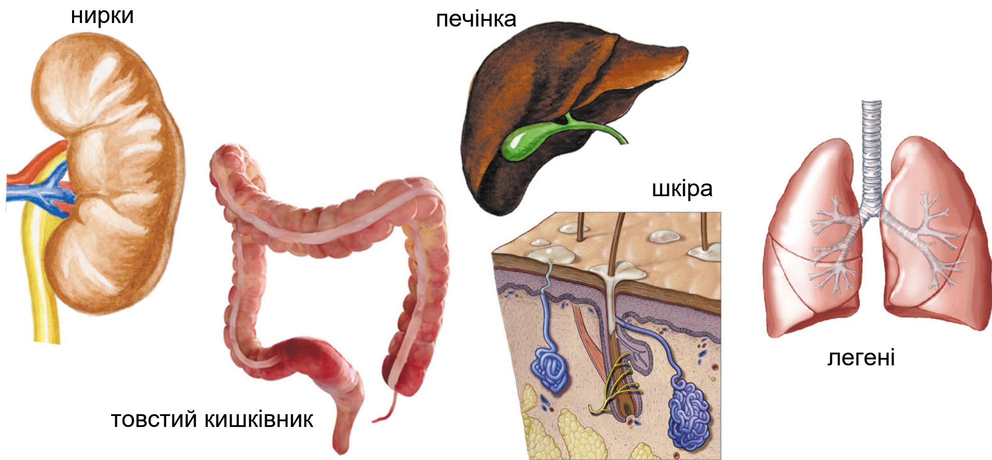
Пригадайте, яку будову має видільна система у хребетних тварин. Яке її значення для нормального функціонування організму? Що таке фільтрація, тиск?

Ви вже знаєте, що у процесі обміну речовин утворюються кінцеві продукти, які далі вже не можуть бути використані організмом і мають бути видалені з нього. Серед них, зокрема, амоніак, сечова кислота, сечовина, вуглекислий газ. Ці речовини безперервно утворюються в клітинах, з них вони потрапляють у міжклітинну рідину, лімфу і далі – у кров.

Вода – це особливий кінцевий продукт обміну речовин, бо її організм може використовувати для власних потреб. Але для підтримання сталості внутрішнього середовища її надлишки повинні постійно виводитися з організму, як і надлишки мінеральних солей. З організму виводяться також будь-які чужорідні та отруйні речовини, що надійшли ззовні.

Фізіологічні процеси звільнення організму від кінцевих продуктів обміну, чужорідних та отруйних речовин, спрямовані на підтримання сталості його внутрішнього середовища, називають **виділенням.** В організмі людини процеси виділення забезпечують нирки, печінка, легені, кишківник і шкіра (мал. 124).

Через легені виділяються вуглекислий газ, вода у вигляді пари (*пригадайте, як добре це видно морозного ранку, коли ви поспішаєте до школи*) та деякі леткі речовини. Частково видільну функцію виконують залози травної системи. Так, з організму видаляються не лише неперетравлені рештки їжі, а й кінцеві продукти обміну речовин (*згадайте функції печінки*), деякі отрути та шкідливі солі важких металів. Через потові залози виводяться переважно вода і розчинені в ній мінеральні солі.



Мал. 124. Органи, що беруть участь у видільних процесах організму

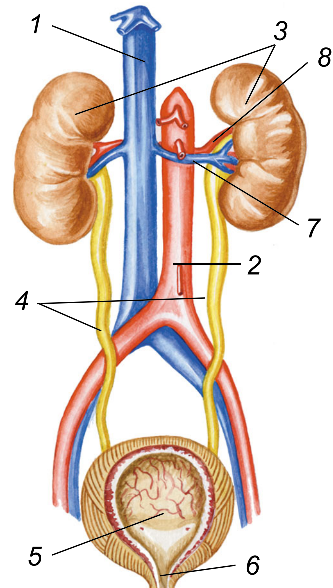
Провідна роль у процесах виділення належить **сечовидільній системі**, за участі якої з організму видаляється більша частина розчинних продуктів розпаду органічних речовин, зокрема *сечовина* та *сечова кислота*.

Цікаво знати

Сечовина та сечова кислота – органічні сполуки з невеликими розмірами молекул, які містять Нітроген і є кінцевими продуктами розкладу білків та деяких інших органічних речовин.

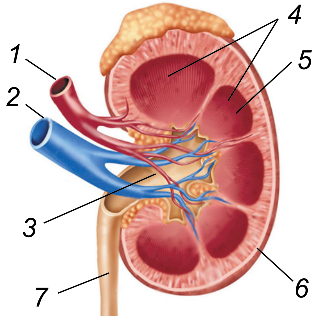
До складу сечовидільної системи входять нирки, сечоводи, сечовий міхур та сечовивідний канал, або сечівник (мал. 125).

Яка будова органів сечовидільної системи? **Нирки** – парні органи, розміщені в черевній порожнині на рівні попереку з обох боків хребта. За своєю формою вони нагадують насінину квасолі. У дорослої людини кожна нирка важить близько 160 г. Нирка ззовні оточена жировою капсулою, а сама тканина нирки вкрита щільною сполучнотканинною оболонкою. На внутрішній увігнутій поверхні нирки розташована глибока виїмка. Це так звані *ворота нирки*. Через них до нирки входять *ниркові артерії* та нерви, а виходять *ниркові вени*, лімфатичні судини і *сечовід*. Він починається від сплощеного лійкоподібного утворення – *ниркової миски* (мал. 126).



Мал. 125. Будова сечовидільної системи: 1 – нижня порожниста вена; 2 – черевна аорта; 3 – нирки; 4 – сечоводи; 5 – сечовий міхур; 6 – сечівник; 7 – ниркова вена; 8 – ниркова артерія





Мал. 126. Будова нирки: 1 – ниркова артерія; 2 – ниркова вена; 3 – ниркова миска; 4 – мозковий шар; 5 – ниркова піраміда; 6 – кірковий шар; 7 – сечовід

На поздовжньому розрізі нирки добре помітні два шари ниркової речовини, які відрізняються один від одного за своїм забарвленням та будовою. Зовнішній шар має назву *кірковий*, він темно-червоного кольору. Таке забарвлення йому надають численні кровоносні судини. Внутрішній шар називають *мозковим*. Він включає в себе 8–15 конусоподібних утворів – *ниркових пірамід*, розділених прошарками кіркової речовини. На верхівці кожної піраміди відкривається 10–20 проток, якими до ниркової миски надходить сеча.

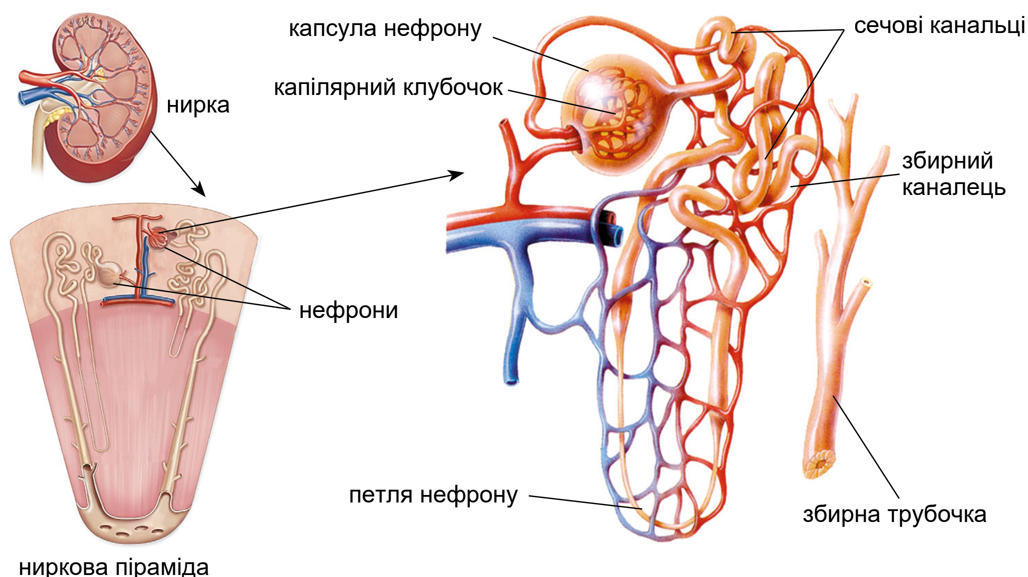
Сечовід – орган у вигляді трубки, що з'єднує ниркову миску і сечовий міхур (мал. 125, 4). Стінка сечовода побудована з трьох шарів: зовнішнього – сполучнотканинного, середнього – м'язового та внутрішнього – епітеліального, у якому є слизові клітини. Наявність слизу запобігає подразненню стінок сечовода сечею. Перистальтичні (хвилеподібні) скорочення непосмугованих м'язів стінок сечоводів забезпечують рух сечі від нирок до сечового міхура. (*Пригадайте, що подібно просувається їжа травним каналом.*)

Сечовий міхур – це порожнистий орган, який слугує для накопичення та виведення сечі (мал. 125, 5). Внутрішня поверхня міхура вистелена багатошаровим епітелієм. Він захищає стінки міхура від подразнення сечею. М'язова оболонка міхура побудована з трьох шарів непосмугованих м'язів. Коловий шар м'язів біля виходу сечового міхура утворює потовщення – сфінктер, що слугує для відкривання або закривання виходу до сечівника. Зовні сечовий міхур укритий сполучнотканинною оболонкою.

Як утворюється сеча? Головну масу нирок складають особливі мікроскопічні структури – ***нефрони*** (мал. 127). Саме вони здійснюють основні процеси сечоутворення. Тому їх вважають *структурно-функціональними одиницями нирки*. У кожній нирці міститься понад 1 млн нефронів.

Кожний нефрон складається з двостінної *капсули*, у якій розміщений *клубочок капілярів*, та *сечового канальця* (мал. 127). Капсула нефрону має вигляд порожнистої кулі, стінки якої утворені двома шарами епітеліальних клітин. Простір капсули переходить у сечовий каналець. У мозковому шарі цей каналець утворює петлю, після чого повертається в кірковий шар. Тут він разом із сечовими канальцями інших нефронів зростається в більший так званий *збирний каналець*. Такі збирні канальці сполучаються у протоку – збирну трубочку, яка відкривається на верхівці ниркової піраміди. У кожній нирці загальна довжина всіх канальців становить близько 70–100 км, а їхня поверхня сягає 25 м^2. Це зумовлено величезним обсягом роботи, яку виконують нирки, очищуючи кров від кінцевих продуктів обміну та утворюючи сечу.

Речовини, які мають видалятися з організму людини, надходять до нирки нирковими артеріями (мал. 126, 1). Судина, яка дає початок клубочку капілярів, має назву *приносна*, а та, яка виходить з клу-



Мал. 127. Будова нефрону. ***Завдання.*** *Простежте етапи утворення сечі в нефроні*

бочка, – *виносна.* Унікальною особливістю виносної судини є те, що вона не переходить у венули, а ще раз розгалужується на капіляри, які обплітають стінки сечового канальця. Лише після цього капіляри переходять у венозні судини, по яких кров виходить з нирки.

Приносна судина, по якій кров надходить до клубочка капілярів, має більший діаметр, ніж виносна. Ця різниця в діаметрі приносної та виносної судин зумовлює те, що кров'яний тиск у капілярах клубочка досягає 60–70 мм рт. ст., тоді як у всіх інших капілярах тіла людини цей тиск не перевищує 22 мм рт. ст. За рахунок високого тиску через стінки капілярів клубочка з плазми крові в порожнину капсули витискається частина води та розчинені в ній складові білків – амінокислоти, а також глюкоза, сечовина, неорганічні сполуки тощо. Утворена таким чином рідина має назву ***первинна сеча***. За своїм хімічним складом вона цілком нагадує плазму крові, але, на відміну від плазми, не містить білків. Це зумовлено тим, що через пори (дрібні отвори) у стінках капілярів клубочків великі молекули білків і клітини крові не проходять. Процес утворення первинної сечі у нефронах називають **фільтрацією**.

За добу через нирки протікає 1500–1800 л крові і відповідно утворюється 150–180 л первинної сечі. З капсули нефрону первинна сеча потрапляє в сечовий каналець, обплетений сіткою капілярів (*пригадайте, це саме ті капіляри, які повторно утворює виносна судина*) (мал. 127). Тут відбувається *зворотне всмоктування* з рідини канальця в плазму крові більшої частини води, амінокислот, глюкози, вітамінів, неорганічних сполук тощо, тобто потрібних організму речовин. Цей процес має назву **реабсорбція**.

У результаті реабсорбції 99,2 % об'єму первинної сечі знову повертається у кров. Та частина сечі, яка залишається, пройшовши нирковий



каналець, потрапляє до збирної трубочки. У нормі вона містить лише сечовину, сечову кислоту, амоніак, неорганічні солі та пігменти, які надають їй певного кольору. Її називають ***вторинною сечею***. За добу в людини утворюється приблизно 1,5 л вторинної сечі. У ній менша, ніж у крові, концентрація натрій хлориду, тоді як концентрація сечовини більша в 60–70 разів.



За нормальної роботи нирок у вторинній сечі не повинно бути білків і глюкози. Якщо вони з'являються, це свідчить про порушення роботи нирок та обміну речовин в організмі. Поява глюкози у вторинній сечі може бути пов'язана з тим, що людина з'їла багато солодощів. При цьому вміст глюкози в крові підвищується понад норму, і організм завдяки роботі нирок намагається вивести з нього надлишок глюкози.

Як здійснюється сечовипускання? Сеча, яка утворюється в нирках, по сечоводах, завдяки перистальтичним скороченням м'язів їхньої стінки, поступово надходить до сечового міхура (мал. 125). Коли сечовий міхур наповнюється сечею, його стінки розтягуються (об'єм наповненого сечового міхура в дорослої людини може сягати 0,75 л). Це спричинює подразнення рецепторів, розташованих у його стінках. Нервові імпульси, які виникають унаслідок цього, по чутливих нервах надходять до крижового відділу спинного мозку. Там розташований центр сечовипускання. Він посилає нервові імпульси, які зумовлюють розслаблення сфінктера та скорочення м'язів стінок міхура і сечівника. За рахунок цього сеча виводиться назовні. Так відбувається ***мимовільне*** (поза свідомістю людини), або ***безумовно-рефлекторне***, ***сечовипускання***.

З 1,5–2 років у дітей встановлюється ***довільне сечовипускання*** (тобто залежне від свідомості), бо його починають регулювати певні центри кори великих півкуль головного мозку. Під впливом сигналів, які надходять до цих центрів, людина відчуває позиви до сечовипускання. У свою чергу, сигнали, які виникають у корі півкуль, можуть гальмувати або, навпаки, збуджувати центр сечовиділення в спинному мозку. Саме тому, починаючи з певного віку, людина здатна свідомо регулювати процеси виведення сечі з організму.

Які функції виконує нирка, крім сечоутворення? Нирки, крім виділення кінцевих продуктів обміну речовин, беруть участь у підтриманні сталості об'єму та складу плазми крові, лімфи і тканинної рідини. Тобто нирки є одними з тих органів, які забезпечують гомеостаз нашого організму. Крім того, нирки здатні знешкоджувати деякі токсичні продукти обміну. Також у нирках синтезується вітамін D_3, деякі гормони і речовини, що стимулюють утворення еритроцитів.

Процеси сечоутворення регулює нервова система, звужуючи чи розширюючи кровоносні судини нирок.

Ключові терміни і поняття: **нирка, нефрон, сечовід, сечовий міхур, сечівник, первинна сеча, вторинна сеча.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення має виділення кінцевих продуктів обміну речовин з організму? 2. Яка будова нирок? 3. Яка будова нефрону? 4. Як утворюється

первинна сеча? 5. Завдяки чому утворюється вторинна сеча? 6. Чим розрізняються за хімічним складом первинна та вторинна сеча? 7. Як сеча виводиться з організму людини?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть ряд органів, які беруть участь у виділенні з організму продуктів обміну: а) нирки, легені, шкіра, кишківник; б) серце, легені, шкіра, печінка; в) підшлункова залоза, шкіра, кишківник, печінка; г) шлунок, спинний мозок, печінка, шкіра, нирки.

2. Укажіть, де розташовані ниркові піраміди: а) у кірковому шарі нирок; б) у мозковому шарі нирок; в) у нирковій мисці; г) у сечовому міхурі.

3. Укажіть структурну і функціональну одиницю нирок: а) альвеола; б) нейрон; в) нефрон; г) канальцевий апарат.

4. Укажіть кількість вторинної сечі, що утворюється в людини за добу: а) 1500 л; б) 150 л; в) 1,5 л; г) 0,15 л.

Обговоріть у групах. Установіть чітку послідовність процесів утворення первинної та вторинної сечі та обґрунтуйте їхнє значення.

Поміркуйте. 1. Лікарі-урологи називають нирки «біологічними фільтрами» організму людини. Чому вони дістали таку назву? 2. Який зв'язок існує між роботою видільних органів і діяльністю інших систем органів в організмі людини?

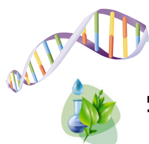
§33. ЗАХВОРЮВАННЯ ОРГАНІВ СЕЧОВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТА ЇХНЯ ПРОФІЛАКТИКА

Пригадайте, що таке інфекція. Яка будова та функції органів сечовидільної системи? Що таке анемія? Які її симптоми?

Порушення діяльності будь-якого з органів сечовидільної системи в результаті захворювання призводить до істотних змін у діяльності всього організму людини.

Які найголовніші ознаки та симптоми порушення діяльності органів сечовидільної системи? Центральним органом сечовидільної системи є нирки, тому ураження їх є найнебезпечнішим для організму. Ознаки порушення діяльності нирок: поява набряків, тупий, ниючий біль у попереку (іноді раптовий і сильний) або в нижній частині живота, раптова «безпричинна» зміна кількості (чи дуже мало, чи дуже багато, ніж зазвичай) та кольору сечі, підвищений артеріальний тиск, головний біль, анемія і загальна слабкість. Поява будь-якого із цих симптомів є підставою для невідкладного звернення до лікаря. Визначальним у діагностуванні захворювань сечовидільної системи є лабораторний аналіз сечі. Основними доказами захворювань сечовидільної системи є поява в сечі еритроцитів, білків і підвищена кількість лейкоцитів.

Нирки, сечоводи, сечовий міхур, сечівник можуть уражатися хвороботворними мікроорганізмами, які потрапляють у ці органи через кров з різних осередків інфекції в організмі, наприклад під час ангіни, захворювання зубів тощо. Якщо людина не дотримується правил особистої гігієни, хвороботворні мікроорганізми проникають через сечівник у сечовий міхур і звідти поширюються на інші органи сечовидільної системи, спричинюючи їхнє запалення.



Для запобігання важким захворюванням органів сечовидільної системи їх слід захищати від переохолодження. Тому потрібно стежити за тим, щоб одяг відповідав погодним умовам.

Які бувають захворювання органів сечовидільної системи? До найнебезпечніших хвороб сечовидільної системи належить запалення нефронів – ***гломерулонефрит***. Найчастіше гломерулонефрит розвивається як наслідок особливих порушень у діяльності імунної системи після захворювань на ангіну, дифтерію або скарлатину та деякі інші інфекційні хвороби. У разі гломерулонефриту вражається клубочок капілярів нефронів, а із часом велика кількість нефронів руйнується повністю. При цьому захворюванні стінки капілярів клубочків стають проникними для білкових молекул і починають пропускати клітини крові. Оскільки білки плазми крові переходять у сечу, то в самій плазмі знижується осмотичний тиск, і вода переходить з крові до тканин. Наслідком цього є утворення набряків.



Гломерулонефрит потребує обов’язкового і якнайшвидшого лікування після появи найперших проявів. За відсутності лікування може настати смерть або захворювання перейде в хронічну форму, яка також є смертельно небезпечною.

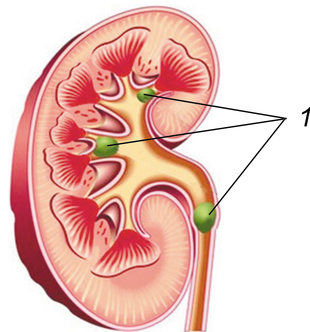
Пієлонефрит – запальний процес з переважним ураженням канальцевої системи нирки (зокрема, ниркової миски). Захворювання супроводжується частим та болісним сечовипусканням, підвищенням температури тіла, болем у поперековій ділянці, сонливістю, загальним нездужанням.

Цистит (від грец. *кистис* – міхур) – запалення слизової оболонки сечового міхура, ***уретрит*** – запалення слизової оболонки сечівника (його назва латинською мовою – *уретра*). Ці захворювання спричинюють різні мікроорганізми, які потрапляють у сечівник і сечовий міхур за недотримання правил особистої гігієни або за переохолодження. Запальні процеси в цих органах супроводжуються частими позивами на сечовипускання, болісними відчуттями під час нього, підвищенням температури тіла тощо. Цистит та уретрит небезпечні різними ускладненнями, тому в разі появи болю або будь-яких порушень сечовипускання слід обов’язково звернутися до лікаря.



За повного порушення сечовидільної функції нирок у лікарській практиці застосовують апарат «штучна нирка». За допомогою цього апарата з крові хворого видаляють кінцеві продукти обміну. Зрозуміло, таку процедуру через кілька днів треба проводити знову.

Сечокам’яна хвороба проявляється появою так званих камінців у нирках і сечовивідних шляхах (мал. 128). Ці «камінці» утворюються з компонентів сечі – солей сечової кислоти, кальцій ортофосфату тощо. «Камінці» ускладнюють виділення сечі, уражають слизову оболонку, що спричиняє сильний біль. Інколи під



Мал. 128. Утворення «камінців» у нирці

час важкої фізичної праці чи активних занять спортом «камінці» можуть зрушуватися зі звичного місця і потрапляти в сечовід. Це спричиняє ***ниркову коліку*** – сильний біль у ділянці живота та в попереку. Може значно підвищуватися температура. У разі настання ниркової коліки слід негайно звернутися по медичну допомогу.

Як запобігти захворюванням органів сечовидільної системи? Щоб уникнути захворювань сечовидільної системи, треба своєчасно лікувати різні інфекційні хвороби й запальні процеси, вести правильний спосіб життя.

Оскільки нирки є основним місцем виведення з організму шкідливих і отруйних речовин, слід бути дуже обережними при поводженні з отруйними речовинами. У разі потрапляння всередину організму деякі отрути здатні руйнувати нирки або порушувати їхню діяльність. Особливо уважним слід бути вживаючи ліки, бо деякі з них здатні побічно впливати на функції нирок.



Вживати ліки можна тільки за призначенням лікаря, суворо дотримуючись його приписів.



Для підвищення опору органів видільної системи до збудників захворювань чи несприятливих чинників довкілля слід загартовувати організм, правильно харчуватися, суворо дотримуватися правил особистої гігієни, бути обережним з різними отрутами. Особливу небезпеку для органів сечовидільної системи становить вживання спиртних напоїв і наркотичних речовин, оскільки вони призводять до поступового необоротного ураження нирок.

Ключові терміни і поняття: **пієлонефрит, гломерулонефрит, сечокам'яна хвороба, уретрит, цистит.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які є порушення діяльності нирок? 2. Якими шляхами можуть потрапити в органи видільної системи хвороботворні мікроорганізми? 3. Чим спричинюється утворення «камінців» у нирках та сечовивідних шляхах? 4. За яких умов порушується нормальний склад сечі людини? 5. Які основні заходи профілактики захворювань органів видільної системи?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть орган сечовидільної системи, ураження якого спричинює цистит: а) нирки; б) сечоводи; в) сечівник; г) сечовий міхур.

2. Укажіть захворювання нирок, під час якого уражена ниркова миска: а) уретрит; б) гломерулонефрит; в) пієлонефрит; г) цистит.

Обговоріть у групах. Схарактеризуйте основні захворювання органів видільної системи. Відповідь оформіть у вигляді таблиці.

Поміркуйте. 1. Ваш друг (ваша подруга) понад норму вживає кухонну сіль. Його (її) постійно застерігають від цього. Чому? 2. Ваш друг (ваша подруга) мало рухається, більшу частину вільного часу проводить біля комп'ютера або телевізора. Яке захворювання нирок може спричинити такий спосіб життя?

Творче завдання. Складіть пам'ятку «Заходи щодо запобігання захворюванням органів сечовиділення».



§34. БУДОВА ШКІРИ ТА ЇЇ ФУНКЦІЇ

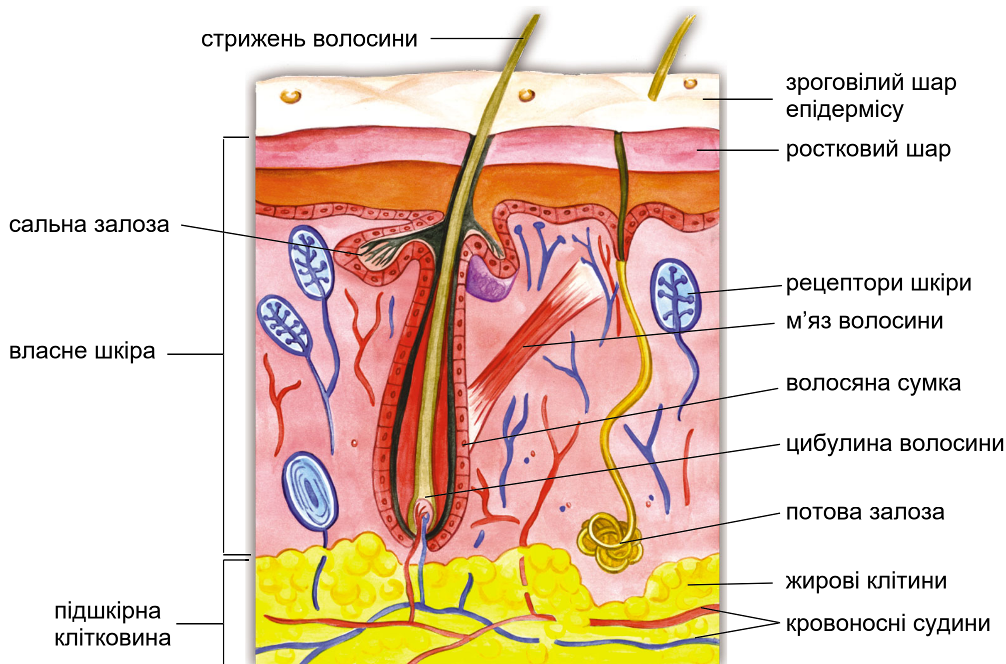
Пригадайте, що таке адаптація. Яка будова покривів у різних представників хребетних тварин? Що таке линяння? Що таке регенерація?

Яка будова шкіри? **Шкіра** – один з найбільших за площею органів нашого тіла. Загальна площа шкіри в дорослої людини становить у середньому близько 2 $м^2$. Шкіра утворює зовнішній покрив тіла та розмежовує зовнішнє і внутрішнє середовище організму.

Шкіра людини складається з трьох основних шарів: епідермісу, власне шкіри (дерми) та шару підшкірної жирової клітковини, який зв'язує шкіру з прилеглими до неї тканинами (мал. 129).

Епідерміс – зовнішній шар шкіри, товщина якого в різних ділянках тіла різна: від 0,07 мм до 2,5 мм і більше. Найтовщий епідерміс у тих ділянках тіла, де найвищий механічний тиск на шкіру. Наприклад, на долонях, підошвах тощо. Епідерміс утворений багатошаровим епітелієм, верхній шар якого роговіє (тому його називають *роговим*) і поступово злущується. Замість злущених клітин у нижніх шарах епідермісу постійно утворюються нові. Цю його частину називають *ростковим шаром*. Тобто епідерміс здатний до самовідновлення. Повне оновлення епідермісу шкіри в людини триває близько 20 днів. Унаслідок носіння тісного взуття в людини можуть утворюватися *мозолі*, які є місцевим потовщенням рогового шару епідермісу.

Дерма, або ***власне шкіра,*** утворена переважно волокнистою сполучною тканиною, завдяки еластичності якої шкіра здатна розтягуватися і не заважати рухам. У тому, що шкірі властива еластичність, ви



Мал. 129. Будова шкіри. ***Завдання.*** *Пригадайте будову і функції епітеліальної тканини; які є види епітелію; що таке регенерація*

можете переконатися самі. Відтягніть її, наприклад, на тильному боці кисті руки. Шкіра розтягнеться, але щойно ви її відпустите – набуде попереднього стану.

Дерма пронизана нервами, кровоносними та лімфатичними судинами. Тут розташовані волосяні мішечки, сальні та потові залози, а також непосмуговані м'язові волокна (мал. 129).

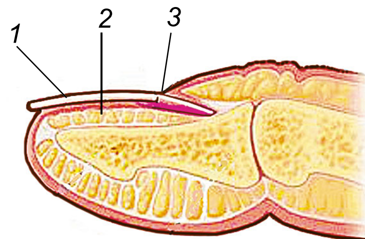
На долонях і підошвах випини дерми на поверхні шкіри утворюють складні рельєфні малюнки, форма яких є абсолютно унікальною для кожної людини. Їх використовують для встановлення (ідентифікації) особи.

Нижній шар дерми переходить у ***підшкірну жирову клітковину***. Цей шар утворений пухкою сполучною тканиною, у якій багато жирових клітин. Завдяки цій «пухкості» підшкірна клітковина захищає органи, розміщені під нею, від механічного тиску. Найкраще вона розвинена в тих ділянках тіла, що найбільше зазнають механічних впливів під час сидіння, стояння чи лежання. Товщина підшкірної клітковини залежить від рівня обміну речовин та характеру харчування. За надмірного надходження поживних речовин з їжею частина їх запасається у вигляді підшкірного жиру.

Яка будова залоз шкіри людини? ***Потова залоза*** складається з *тіла* (згорнутої в клубочок трубки) і *вивідної протоки* (мал. 129). Тіло потової залози обплетене капілярами, крізь стінки яких з крові в потові залози потрапляє вода з розчиненими в ній мінеральними солями, сечовиною та деякими іншими речовинами. Так утворюється піт, який виділяється на поверхню шкіри через отвори вивідних проток – *пори*. У шкірі різних ділянок тіла кількість потових залоз неоднакова. Багато їх на обличчі та долонях. За добу всі потові залози разом виділяють від 0,5 до 3 л поту, а під час важкої фізичної праці чи за високої температури довкілля – до 10 л і більше. Піт за своїм складом подібний до сечі. Він становить собою розчин органічних та неорганічних сполук.

Потові залози рефлекторно реагують не тільки на температурні зміни зовнішнього середовища, а й на внутрішній емоційний стан організму. Під час хвилювання поту виділяється значно більше, особливо на лобовій ділянці, долонях, підошвах.

Сальні залози своїми протоками відкриваються здебільшого у волосяні сумки (мал. 129). Лише на позбавлених волосся ділянках (наприклад, на губах) вони відкриваються безпосередньо на поверхню шкіри. Розташовані вони переважно на голові, обличчі та верхній частині спини. Сальні залози за добу виділяють близько 20 г жироподібного секрету, який змащує волосини, вкриває тонким шаром шкіру, запобігаючи її надмірному висиханню, пом'якшує шкіру та протидіє потраплянню води і мікроорганізмів усередину тіла.



Мал. 130. Будова нігтя: 1 – нігтьова пластинка; 2 – нігтьове ложе; 3 – нігтьовий валик

Які є похідні шкіри і яке їхнє значення? Похідними рогового шару епідермісу є волосся та нігті. ***Нігті*** – це щільні рогові пластинки, які частково вкривають верхню



поверхню останньої фаланги кожного пальця рук і ніг (мал. 130). Зазвичай нігті мають рожеве забарвлення, тому що крізь них просвічуються кровоносні судини. Нігті ростуть упродовж усього життя. Швидкість росту нігтя становить 0,1–0,2 мм за добу. На руках нігті повністю замінюються за 3–4 місяці. На ногах – за 6–8 місяців. Нігтьова пластинка міститься на нігтьовому ложі й оточена шкірною складкою – нігтьовим валиком (мал. 130). Ділянка нігтьового ложа, на якій міститься корінь нігтя, є місцем його росту. Тут клітини інтенсивно діляться, поступово роговіють і просуваються нігтьовим ложем.



Нігті потребують постійного догляду. Коли вони відростають, їх потрібно підстригати. Така процедура зумовлена гігієнічними вимогами. Під нігтями збирається бруд, де здатні розмножуватися хвороботворні мікроорганізми. Якщо ж нігті з якихось причин не підстригають, то їх слід щодня чистити і мити щіточкою з милом.

Волосся в людини вкриває частину шкіри. Воно буває довгим (на голові, обличчі чоловіків, у пахвових заглибинах тощо) та коротким (брови, вії тощо). У кожній волосині розрізняють початкову ділянку – *корінь* і частину, розташовану над поверхнею шкіри, – *стрижень*. Корінь розташований у глибині власне шкіри у *волосяній сумці* (мал. 129). За її рахунок волосина росте. До волосяної цибулини підходять кровоносні судини та нерви. Судини забезпечують живлення волосини, а нерви – її чутливість. У місці виходу волосини з дерми до неї прикріплені тоненькі пучки непосмугованих м'язів. Коли вони скорочуються, волосина піднімається над поверхнею шкіри – настовбурчується.

Цікаво знати



Настовбурчування волосся – один з механізмів зменшення втрат тепла у тварин. Настовбурчуючися, волосся утворює прошарок теплого повітря між ним і шкірою. Волосся завжди настовбурчується у тварин під час боротьби та залякування. Це теж важливо, бо «якщо я більший або виглядаю таким, тож я сильніший». У людини, хоч ці рухи волосся і втратили свої «первісні» функції, все ж, коли нам холодно, м'язи, які піднімають волосинки, скорочуються, внаслідок чого виникає «гусяча шкіра». Коли нам дуже страшно, то волосся без нашого відома, оскільки це є вроджена реакція, теж може стати сторч.

Волосся має певний колір, який визначається кількістю наявного в ньому пігменту. Що більше пігменту у волосині, то темніше її забарвлення. У людей похилого віку кількість пігменту в певних волосинах зменшується, а замість нього в порожнині цих волосин збирається повітря. Така волосина набуває сріблясто-білого кольору – сивіє.

Волосини голови живуть у середньому 4–5 років, а вій – кілька місяців. Під час свого існування волосина постійно росте (волосся голови росте зі швидкістю близько 25 см на рік). Коли із часом активність волосяної сумки припиняється, поруч із нею закладається нова. Стара волосина випадає, а нова починає рости. У людини на голові зазвичай щоденно відмирає і випадає близько 50–100 волосин. Одночасно стіль-

ки само й виростає. Якщо такий порядок порушується, волосяний покрив голови рідшає і розвивається облисіння. Воно може бути спричинене як спадковими факторами, так і неправильним способом життя чи певними захворюваннями нервової та ендокринної систем тощо.



Гарне волосся – окраса людини. Тому за ним потрібно постійно доглядати. Волосся слід регулярно мити, попереджувати появу лупи тощо.

До похідних шкіри належать і ***молочні залози***. У чоловіків вони недорозвинені та не функціонують, а в жінок активно розвиваються з початком статевого дозрівання. Після народження дитини молочні залози в жінок виробляють молоко, яким вигодовують немовлят.

Які функції виконує шкіра? Шкіра в організмі людини виконує багато функцій.

- ***Захист внутрішнього середовища від несприятливих впливів навколишнього середовища*** – основна функція шкіри. Висока пружність шкіри та пухкість і м'якість підшкірної жирової клітковини забезпечують *механічний захист*. Поверхневий шар шкіри – епідерміс – виконує ще й *бар'єрну функцію*. Клітини, які його утворюють, так щільно прилягають одна до одної, що не пропускають усередину тіла воду, шкідливі речовини та хвороботворні мікроорганізми.
- Шкіра захищає внутрішні органи і від шкідливих ультрафіолетових променів. Річ у тім, що в найглибшому шарі епідермісу та в дермі міститься темний пігмент – *меланін*, який здатний поглинати ці промені. Що більше пігменту в шкірі, то більше він затримує променів. Коли кількість цих променів зростає, то шкіра темнішає внаслідок посиленого синтезу пігменту – з'являється ***засмага***. Отже, засмага – це одна із захисних реакцій організму на дію шкідливого фактору.



Лікарі не рекомендують зловживати засмаганням. Тривалий інтенсивний вплив ультрафіолетових променів на шкіру може спричинити її захворювання.

- ***Видільна функція*** шкіри пов'язана з діяльністю потових залоз, які здатні виводити з організму надлишки води та мінеральних солей, а також кінцеві продукти обміну. Така функція шкіри є особливо важливою в разі порушення нормальної діяльності нирок.
- ***Секреторну функцію*** забезпечують сальні залози шкіри (*пригадайте значення виділень цих залоз*). У шкірі під впливом ультрафіолетових променів виробляється вітамін D. Секреторну функцію також виконують молочні залози в жінок після народження дитини.
- ***Дихальна функція*** шкіри полягає в тому, що за безпосереднього контакту повітря зі шкірою частина кисню (1–2 % від того, який споживає організм) здатна за рахунок процесів дифузії проникати до внутрішнього середовища організму і використовуватися для процесів життєдіяльності.
- ***Участь в обміні речовин і перетворенні енергії.*** У підшкірній клітковині містяться запаси жирів, які за потреби розщеплюються і виділяють потрібну організму енергію.
- ***Чутливу функцію шкіри забезпечують*** рецептори, які здатні сприймати дотик, розтягнення чи стискання, тепло, холод, біль. Най-



більше рецепторів на пучках пальців рук, долонях, підошвах, губах. Шкірна чутливість є надзвичайно важливою, оскільки дає змогу уникати обморожень, опіків, механічних та інших ушкоджень і уражень.

• ***Розподіл крові*** в організмі людини. Завдяки зміні діаметра кровоносних судин шкіри регулюється кількість крові, яка по ній протікає. Частина крові постійно міститься в певних капілярах і надходить у русло кровообігу в разі зниження тиску крові, її втрат тощо.

Ключові терміни і поняття: **епідерміс, власне шкіра (дерма), підшкірна жирова клітковина, нігті, волосся.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення для організму має шкіра? 2. Яка будова шкіри? 3. Які особливості шкіри забезпечують її еластичність? Яке значення має еластичність шкіри? 4. Які функції виконує шкіра? 5. Яка будова волосини? Як росте волосся? 6. Яка будова нігтя і як він росте? 7. Яку будову має підшкірна клітковина? 8. Які типи залоз є в шкірі людини?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть складову шкіри, завдяки якій, незважаючи на постійне злущування її верхнього шару, вона не тоншає: а) роговий шар епідермісу; б) ростковий шар епідермісу; в) підшкірна жирова клітковина; г) сальні залози дерми.

2. Укажіть складову шкіри, похідною якої є волосся: а) епідерміс; б) дерма; в) підшкірна жирова клітковина; г) потові залози.

3. Чим зумовлений колір шкіри людини: а) кількістю пігменту меланіну; б) товщиною епідермісу; в) глибиною розміщення волосяних цибулин; г) товщиною підшкірної клітковини.

Обговоріть у групах. І група. Чому запасання підшкірного жиру за виживання людини в природних умовах було дуже корисним, а в умовах сучасної цивілізації досить часто стає злом? ІІ група. Чому тіло людини не вкрите густим волоссям повністю?

Поміркуйте. У дитини та її батьків рельєфний малюнок на пучках пальців не ідентичний, але дуже схожий. Чим це можна пояснити?

Творче завдання. Складіть правила догляду за своєю шкірою.

§35. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ. ЗАХВОРЮВАННЯ ШКІРИ ТА ПРОФІЛАКТИКА ЇХ

Пригадайте, як здійснюється терморегуляція в холоднокровних і теплокровних тварин. Які термометри використовують під час вимірювання температури тіла людини? Які захворювання належать до інвазійних? До яких груп тварин належать воші, коростяні свербуни, залозниці?

Що таке терморегуляція і як вона здійснюється? Ви пам’ятаєте, що людина, як й інші ссавці та птахи, належить до теплокровних організмів, які здатні підтримувати на певному рівні сталу температуру тіла, що не залежить від температури довкілля. Це забезпечується досконалими механізмами терморегуляції, тобто врівноваженням процесів утворення тепла в організмі й віддачі його в навколишнє середовище.



Терморегуляція **— це узгоджена взаємодія в організмі процесів *теплоутворення* та *тепловіддачі* для підтримання температури тіла на певному рівні, відмінному від температури довкілля.**

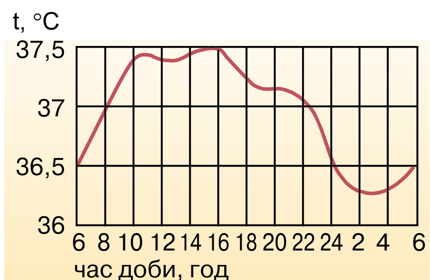
Ви пам'ятаєте, що тепло в організмі утворюється постійно завдяки процесам розщеплення органічних сполук. Найінтенсивніше це відбувається в печінці та м'язах. У скелетних м'язах тепло утворюється лише під час їхнього скорочення. Саме тому навіть на великому морозі, коли ви бігаєте і стрибаєте, буває жарко. І навпаки, коли ви не рухаєтесь, то навіть за невеликого холоду починаєте тремтіти.

Тремтіння – це особливі скорочення м'язів, які сприяють збільшенню кількості утворюваного тепла, а отже, є пристосувальною реакцією, яка протидіє зниженню температури тіла. До організму тепло може надходити також із зовнішнього середовища за умови, якщо його температура перевищує температуру тіла.

У курсі фізики ви вивчали явище тепловіддачі. Воно полягає в тому, що тіла, які мають вищу температуру, контактуючи з тілами, що мають нижчу, віддають їм тепло. Теплова енергія з організму людини випромінюється в довкілля через покриви, виходить з нагрітим повітрям під час видиху, виділяється з потом, сечею тощо. Тепловіддача має не менш важливе значення, ніж теплоутворення, бо якби все тепло, яке виробляє організм, затримувалося в ньому, то людина загинула б упродовж кількох годин від перегрівання.

Для нормального функціонування організму в цілому важливо, щоб процеси теплоутворення і тепловіддачі були збалансованими. За зниження температури навколишнього середовища збільшується вироблення тепла організмом і зменшується тепловіддача, а за зростання температури довкілля, навпаки, зменшується вироблення тепла і зростає тепловіддача. Результатом взаємної узгодженості процесів теплоутворення і тепловіддачі є стала температура тіла людини.

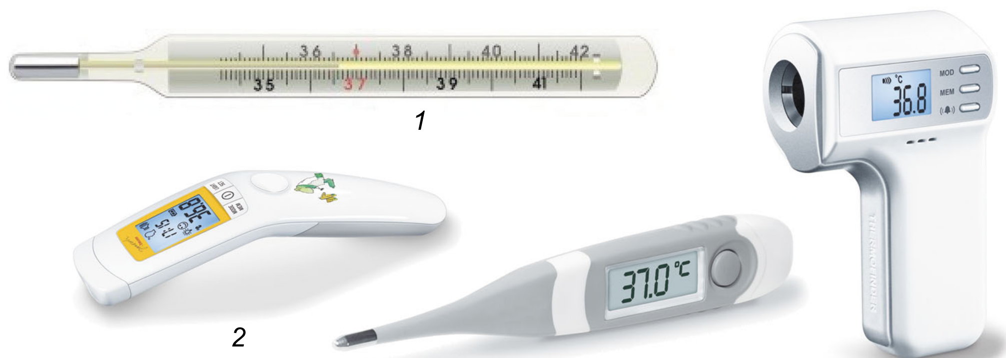
Якою є температура різних частин тіла людини? У здорової людини температура тіла постійна. У нормі в спокійному стані в пахвовій ямці вона становить +36,5...+36,9 °С, тоді як температура внутрішніх органів вища, наприклад у печінці вона становить +38...+38,5 °С. На поверхні шкіри голови й тулуба температура дещо вища, а на кінцівках у міру віддалення від тулуба вона поступово знижується. Так, температура в ділянці гомілковостопного суглоба становить приблизно +30 °С, а на пальцях ноги +24,5 °С.



Мал. 131. Добовий ритм температури тіла. ***Завдання.*** *Визначте за графіком, коли температура тіла найвища. Чому?*

Температура тіла здатна змінюватися під час посилення фізичних навантажень. Наприклад, під час тривалого бігу температура тіла може зростати до +38...+39 °С і вище. Після припинення фізичних навантажень температура тіла швидко повертається до норми. Змінюється температура тіла і впродовж доби: уночі (о 2–4-й год) вона





Мал. 132. Термометри для вимірювання температури тіла: 1 – ртутний; 2 – електронні

стає найнижчою і опускається до +36,4...+36,5 °С, а надвечір (о 16–19-й год) є найвищою – +37...+37,5 °С (мал. 131).

Температуру тіла людини вимірюють за допомогою медичного термометра (мал. 132) зазвичай у пахвовій ямці (7–8 хв).



З медичним термометром, який містить ртуть, слід поводитись обережно. Цей рідкий метал, потрапивши в організм, може спричинити важке отруєння людини.

Цікаво знати 

Сучасні автоматичні термометри мають електронний датчик, покази якого висвічуються на дисплеї. Точність вимірювання може сягати сотих часток градуса. Такі термометри безпечні, стійкі до ударів (деякі з них – водостійкі) і здатні визначати температуру від 6–10 с до 3 хв (залежно від моделі). Часто вони мають звукову сигналізацію (після закінчення вимірювання подається звуковий сигнал), пам’ять (у них можна зберігати результати попередніх вимірювань).

Порушення механізмів терморегуляції спричиняє ***перегрівання*** або ***переохолодження*** організму, що передусім залежить від температури довкілля. Висока здатність організму людини до терморегуляції дає змогу їй мешкати в різних умовах: Крайньої Півночі, спекотних пустель Африки і Азії тощо.

Як шкіра бере участь у терморегуляції? Оскільки шкіра безпосередньо контактує із зовнішнім середовищем, то «розігріта» кров, підходячи до шкіри, може охолоджуватись, віддаючи при цьому значну кількість тепла. Однак кров шкіри віддає надлишкове тепло лише за умови, якщо температура зовнішнього середовища нижча, ніж поверхня шкіри. При кімнатній температурі (+20...+22 °С) через шкіру з організму виводиться близько 70–80 % надлишкового тепла.

Кількість тепла, яке організм віддає у довкілля, залежить від кількості крові, яка протікає по судинах шкіри. Тому в прохолодну погоду, коли потрібно зменшити втрати тепла, кровоносні судини рефлекторно звужуються, і кількість крові, що протікає по них за одиницю часу, зменшується. Тим самим організм заощаджує тепло. У спекотну

погоду, навпаки, діаметр кровоносних судин шкіри рефлекторно збільшується: кількість крові, яка протікає по них за одиницю часу, зростає. Так само зростає кількість тепла, що випромінюється у довкілля. Коли кровоносні судини розширюються, шкіра червоніє, а коли звужуються на прохолодному повітрі, – блідніша́є.

Надлишкове тепло ефективно виводиться в довкілля завдяки випаровуванню води з поверхні шкіри. Це має особливе значення за високих температур довкілля, оскільки за таких умов виділення тепла через шкіру обмежене або взагалі неможливе. За добу при кімнатній температурі з поверхні тіла людини випаровується до 800 мл поту, тоді як у спекотну погоду (при температурі +35 °С і вище) – до 4,5 л, а якщо при цьому людина виконує важку фізичну роботу – до 10 л. В умовах низьких температур виділення поту зменшується або зовсім припиняється. Додатково вода видаляється з організму через легені під час частого дихання у спекотну погоду.

На інтенсивність випаровування поту впливає вологість повітря. Якщо вміст водяної пари в повітрі низький – поту випаровується більше, і людина краще переносить спекотну погоду. І навпаки, в умовах вологого повітря високі температури довкілля переносити важче, бо випаровування поту знижується.

Перегрів організму може спричинити ***тепловий удар***. Це патологічний стан, зумовлений загальним перегріванням організму внаслідок дії зовнішніх теплових чинників. За надмірної дії сонячного випромінювання може статися ***сонячний тепловий удар***. При цьому людина відчуває головний біль, у неї розвиваються задуха, запаморочення, слабкість, частішає пульс, виникає шум у вухах і миготіння перед очима. Людина може знепритомніти.



Потерпілого від сонячного теплового удару потрібно перенести в прохолодне місце, розстебнути комір, покласти на голову змочений холодною водою рушник, трохи підняти вгору ноги, підклавши під них валик. Бажано загорнути людину в мокре простирадло, створити рух повітря і тим посилити випаровування поту. Якщо в потерпілого зупинилося дихання і не промацується пульс, необхідно зробити штучне дихання, непрямий масаж серця і негайно викликати лікаря. Щоб запобігти сонячному тепловому удару, треба покривати голову світлим головним убором з достатньою проникливістю для повітря, не перебувати довго під прямими сонячними променями тощо.

Віддачі тепла в довкілля перешкоджає прошарок підшкірної жирової клітковини. Що цей шар товщий, то менше тепла потрапляє в довкілля. Тому люди, у яких цей прошарок розвинений добре, краще переносять прохолодну погоду, але гірше – спекотну.

Волосяний покрив голови також має певне значення для терморегуляції, бо нерухомий прошарок повітря, який утворюється між волоссям, здатний зменшувати тепловіддачу. Тим самим він певною мірою захищає мозок від перегріву чи переохолодження.



Ефективність тепловіддачі залежить від правильно підібраного одягу, оскільки між одягом та тілом створюється шар нерухомого повітря, який відіграє роль теплоізолятора. Одяг, виготовлений із природних матеріалів,



зберігаючи тепло, здатний частково пропускати повітря і вбирати вологу. Натомість непроникний для повітря одяг перешкоджає випаровуванню поту. У такому одязі навколо тіла людини створюється шар повітря, насиченого водяною парою. Тому людина може сильно пітніти.

Таблиця 9

ДЕЯКІ ПОШИРЕНІ ХВОРОБИ ШКІРИ

Хвороби шкіри	Причини виникнення	Ознаки	Профілактика
Дерматити – запалення шкіри	Вплив чинників зовнішнього середовища (сонце, мороз, вітер, хімічні речовини, деякі бактерії та тварини-паразити)	Почервоніння, свербіж, запальні реакції шкіри	Уникати впливу цих чинників, у разі виникнення дерматиту звернутися до лікаря-дерматолога
Себорея – запалення сальних залоз	Захворювання нервової та ендокринної систем, нераціональне харчування	Запалення сальних залоз (вугрі), біля коренів волосся на голові (лупа)	Дотримання збалансованого раціонального харчування
Грибкові ураження окремих ділянок шкіри або її похідних	Зараження грибком роду Кандида	Почервоніння шкіри, свербіж, утворення виразок, руйнування нігтьових пластинок	Профілактичні заходи після відвідування басейнів, лазень загального користування
Педикульоз – ураження вошами окремих ділянок шкіри, вкритих волоссям, переважно голови	Зараження вошами, яке можливе внаслідок контакту з хворими на педикульоз	Нестерпний свербіж	Тримати волосся у чистоті, не користуватися чужим гребінцем чи рушником
Короста – захворювання, збудником якого є кліщ коростяний свербун	Зараження коростяним свербуном, яке можливе внаслідок контакту з хворими на коросту або їхніми речами	Висип, почервоніння шкіри, нестерпний свербіж	Уникати контакту з хворими на коросту, не користуватися чужими речами

Терморегуляційні процеси в організмі людини можна вдосконалити загартовуванням. Пригадайте з курсу основ здоров’я способи загартовування організму людини: ***перебування на свіжому повітрі, водні процедури, сонячні ванни.*** Для того щоб загартовування було дієвим, слід

дотримуватися певних правил. Перше з них – це поступове збільшення навантаження на організм. Друге – регулярність.

Які бувають захворювання шкіри? Нормальне функціонування шкіри порушується внаслідок різних її захворювань (*див. таблицю 9*).



Злущені клітини епідермісу склеюються потом і шкірним салом, закупорюючи протоки сальних і потових залоз. Наслідком цього може бути поява гнійничкових утворів на шкірі – вугрів. На брудній шкірі розмножуються мікроорганізми, які можуть спричинити різні хвороби, що важко лікуються. Тільки чиста шкіра може повноцінно виконувати всі свої функції, серед яких найважливіша – захисна. Регулярне миття шкіри гарячою водою з милом звільняє її від бруду, мікроорганізмів і продуктів їхньої життєдіяльності.

***Ключові терміни і поняття*:** **терморегуляція, теплоутворення, тепловіддача, тепловий удар, сонячний тепловий удар.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Як змінюється віддача тепла організмом, коли знижується або підвищується температура навколишнього середовища? 2. Що таке терморегуляція? 3. Яка нормальна температура тіла людини і як її вимірюють? 4. Що таке тепловий удар? Які дії потрібно виконати під час надання першої допомоги в разі теплового удару? 5. Які хвороби шкіри ви знаєте? Як їх уникнути?

Виберіть одну правильну відповідь

Укажіть зміни, які відбуваються з кровоносними судинами шкіри за підвищення температури зовнішнього середовища: а) звужуються; б) розширюються; в) одні звужуються, інші – розширюються; г) їхній діаметр не змінюється.

Установіть правильну послідовність механізму тепловіддачі за підвищеної температури зовнішнього середовища: а) до шкіри надходить менше крові; б) кровоносні судини звужуються; в) тепловіддача зменшується.

Обговоріть у групах. І група. Розкрийте механізм і значення терморегуляції. ІІ група. Яка роль шкіри в регуляції теплообміну.

Поміркуйте. 1. На чистій шкірі людини за 10 хв гине 85 % хвороботворних бактерій, а на брудній – лише 5 %. Яка причина загибелі бактерій? Який гігієнічний висновок випливає із цього факту? 2. Чому вночі температура тіла людини знижується? 3. У жителів Крайньої Півночі (чукчів, ескімосів, якутів тощо) шар підшкірної клітковини особливо товстий. Як це допомагає їм існувати в умовах низьких температур?

Творче завдання. Підготуйте пам’ятку «Заходи щодо профілактики захворювань шкіри».



Тема 8

ЗВ'ЯЗОК ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ІЗ ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ. НЕРВОВА СИСТЕМА

Що забезпечує злагодженість роботи всіх органів і систем органів організму людини?

§36. БУДОВА НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ. ЦЕНТРАЛЬНА І ПЕРИФЕРИЧНА НЕРВОВА СИСТЕМА

Пригадайте, які особливості будови нервової системи ссавців. Що таке нейрон, яка його будова? У чому полягає нервова та гуморальна регуляція життєвих функцій організму? Що таке нервовий імпульс? Що таке рецептори?

Які будова та значення нервової системи людини? Нервова система – найскладніша і найважливіша система керування та зв'язку в організмі людини. За місцем розташування нервової тканини розрізняють центральну та периферичну її частини (мал. 133).



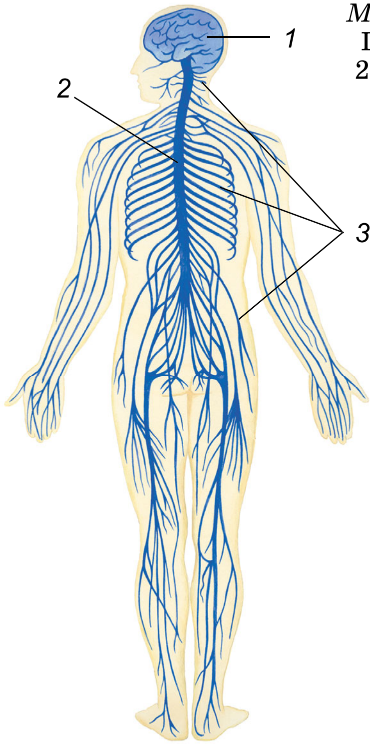
Нервова тканина, розміщена в порожнині черепа та каналі хребта, складає *центральну нервову систему*. Це головний і спинний мозок.

Центральна нервова система забезпечує взаємозв'язок усіх клітин, тканин та органів організму. Вона впливає на їхню діяльність та регулює процеси, що в них відбуваються. До того ж центральна нервова система забезпечує зв'язок організму з навколишнім середовищем. За допомогою рецепторів центральна нервова система отримує інформацію про всі явища, що відбуваються у довкіллі та в самому організмі. Збудження, що надійшло до неї, там обробляється й у вигляді нервового імпульсу передається робочому органові.

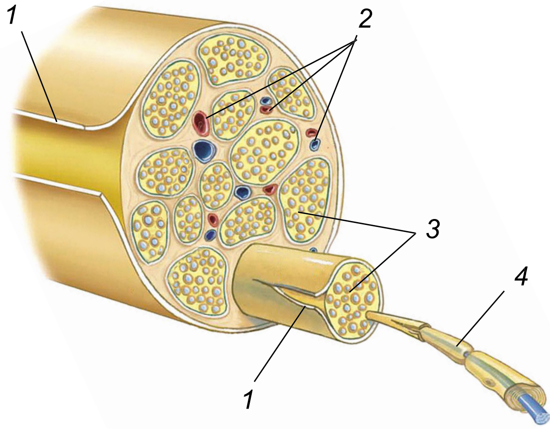


Нервова тканина, розміщена поза межами черепа та каналу хребта, утворює *периферичну нервову систему*. Це нерви, які відходять від головного та спинного мозку, а також їхні сплетіння і вузли.

Нерви, що відходять від головного мозку, називають *черепно-мозковими* (їх 12 пар), а від спинного – *спинномозковими* (31 пара). Черепно-мозкові нерви іннервують органи чуття, деякі посмуговані м'язи, слізні та слинні залози. Спинномозкові нерви іннервують усі ділянки тіла людини, розташовані нижче шиї.



Мал. 133. Загальна схема нервової системи людини. Центральна нервова система: 1 – головний мозок; 2 – спинний мозок. Периферична нервова система: 3 – черепно- и спинномозкові нерви



Мал. 134. Будова нерва: 1 – сполучнотканинна оболонка; 2 – кровоносні судини; 3 – нервові волокна; 4 – аксон нейрона

Пригадайте: основним структурним і функціональним елементом нервової системи є нервова клітина – нейрон (див. мал. 16. А). Він має тіло, численні короткі відростки (їх називають дендритами) та зазвичай один довгий (аксон).



Довгі відростки, що відходять від нейронів, розташованих у головному і спинному мозку, утворюють нервові волокна. Вони здатні поширювати нервові імпульси.

Переважна більшість нервових волокон оточена оболонкою із жироподібної речовини, що виконує ізоляційну функцію. Завдяки цьому нервові імпульси, що проходять таким нервовим волокном, не поширюються на сусідні. Такі нервові волокна проводять нервові імпульси значно швидше, ніж ті, які таких оболонок не мають.

Нервові волокна збираються в пучки – ***нерви***, що виходять за межі головного і спинного мозку. Нерв оточують сполучнотканинні оболонки (мал. 134).

Нерви забезпечують зв’язок між центральною нервовою системою та тканинами й органами тіла людини. По нервах збудження прямує або із центральної нервової системи до певного органа, або від різних ділянок тіла до центральної нервової системи.

Розрізняють чутливі, рухові та змішані нерви. По ***чутливих нервах*** збудження прямує від різних органів до центральної нервової системи. По ***рухових нервах*** збудження проходить від центральної нервової системи до робочих органів. Обидва типи нервових волокон часто роз-



ташовані в одному нервові. Такі нерви називають ***змішаними***. Вони виконують подвійну функцію: проводять збудження в обох напрямках, що нагадує двобічний дорожній рух.

У спинному і головному мозку розрізняють сіру і білу речовину. ***Сіра речовина*** – це скупчення тіл нейронів та їхніх коротких відростків, а ***біла*** – скупчення довгих відростків нейронів. Біла речовина також входить до складу нервів. Скупчення тіл нейронів у межах білої речовини мають назву *ядро*. Скупчення тіл нейронів поза центральною нервовою системою називають ***нервовими вузлами***. Вони розташовані всередині внутрішніх органів або поблизу них.

Нервовій тканині властиві збудливість та провідність. *Збудливість* – здатність нейронів швидко змінювати свої властивості (збуджуватись) під впливом певних подразників, а *провідність* – проводити і передавати збудження через відростки до інших нейронів. Найменшу силу дії подразника, яка здатна викликати збудження (нервовий імпульс), називають *порогом подразнення*.

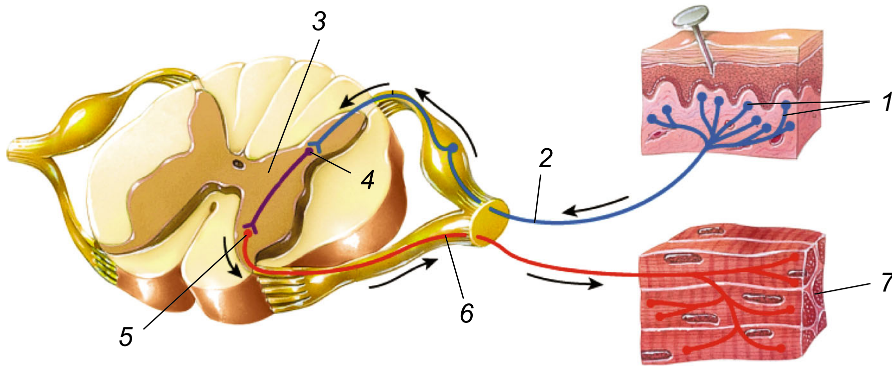
Нервовій системі притаманний рефлекторний принцип роботи. Як ви пам'ятаєте, ***рефлекс*** – це реакція організму у відповідь на подразнення, яка відбувається за участю нервової системи. Подразнення сприймають ***рецептори*** – спеціалізовані чутливі утвори, які перетворюють певні подразники зовнішнього та внутрішнього середовища на нервові імпульси. Кожний вид рецепторів сприймає лише певне подразнення (наприклад, рецептори ока – світло). Рецептори за характером розташування поділяють на зовнішні, розміщені на поверхні тіла (рецептори шкіри, ока, вуха тощо), та внутрішні, які містяться у внутрішніх органах (легенях, серці, шлунково-кишковому тракті, м'язах, сухожиллях та ін.).

У рецепторі у відповідь на дію подразника виникають нервові імпульси, які надходять у нервовий центр, зумовлюючи його збудження. Далі хвилі збудження поширюються по нервових волокнах. Нервовий центр аналізує сигнал і, у свою чергу, посилає нервові імпульси. Наслідком цього є відповідні реакції певних органів чи всього організму. Рефлекси, які виникають під час подразнення зовнішніх рецепторів, дають змогу організму реагувати на зміни довкілля. Рефлекси, які здійснюються під час збудження внутрішніх рецепторів, регулюють роботу внутрішніх органів і підтримують сталість внутрішнього середовища організму.

Пригадайте: сукупність структур нервової системи, які беруть участь у здійсненні рефлексу, називають ***рефлекторною дугою***. До її складу входять:

- рецептор;
- чутливе нервове волокно, по якому збудження передається до центральної частини нервової системи;
- нервовий центр, де аналізується отримана інформація;
- рухове нервове волокно, по якому нервові імпульси надходять до відповідних робочих органів.

Це приклад двонейронної рефлекторної дуги. В організмі людини рефлекторні дуги переважно тринейронні (мал. 135). У такій дузі збудження із чутливого нейрона на руховий передається через ***вставний нейрон***.



Мал. 135. Тринейронна рефлекторна дуга: 1 – рецептори; 2 – чутливий нерв; 3 – сіра речовина; 4 – вставний нейрон; 5 – руховий нейрон; 6 – руховий нерв; 7 – робочий орган

Отже, нервова система забезпечує єдність і цілісність організму, відносну сталість внутрішнього середовища (гомеостаз), реакцію організму на дію різних подразників і пристосування його до змінних умов навколишнього середовища.

Залежно від функцій нервову систему (центральну і периферичну) поділяють на соматичну і вегетативну.

Соматична нервова система керує рухами скелетних м'язів, сприймає і проводить сигнали від органів чуття, забезпечуючи зв'язок організму із зовнішнім середовищем.

Вегетативна нервова система регулює обмін речовин, роботу внутрішніх органів (шлунка, печінки, нирок, серця, судин тощо) і стан нервової системи в цілому. Діяльність цього відділу, на відміну від соматичного, не перебуває під контролем свідомості людини, звідки і його друга назва – ***автономна нервова система***.

Ключові терміни і поняття: **сіра речовина, біла речовина, черепно-мозкові нерви, спинномозкові нерви, чутливі, рухові, змішані нерви.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які функції виконує нервова система? 2. Що таке центральна та периферична нервова система? 3. Що таке нерви? Які види нервів ви знаєте? 4. Які функції виконують різні види нервів? 5. Що таке сіра та біла речовина нервової системи? 6. Яку нервову систему називають соматичною, а яку – вегетативною? Які їхні функції?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть складові центральної нервової системи: а) головний мозок і спинний мозок; б) головний мозок і черепно-мозкові нерви; в) спинний мозок і спинномозкові нерви; г) черепно-мозкові і спинномозкові нерви.

2. Укажіть складові периферичної нервової системи: а) головний мозок і спинний мозок; б) головний мозок і черепно-мозкові нерви; в) спинний мозок і спинномозкові нерви; г) черепно-мозкові і спинномозкові нерви.

3. Укажіть кількість черепно-мозкових нервів людини: а) 10; б) 12; в) 24; г) 31.



Обговоріть у групах. І група. Охарактеризуйте будову і типи нервів. ІІ група. Розкрийте будову і функції сірої та білої речовини головного і спинного мозку.

Поміркуйте. Чим функції соматичної нервової системи відрізняється від функцій вегетативної (автономної)?

Творче завдання. Намалюйте схему рефлекторної дуги на прикладі реакції відсмикування руки від гарячого предмета.

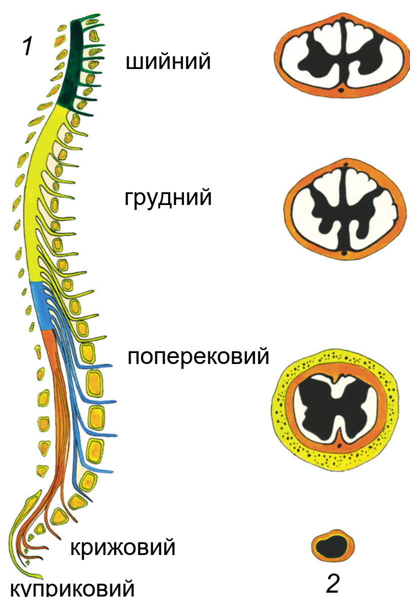
§37. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ СПИННОГО МОЗКУ ЛЮДИНИ

Пригадайте відділи хребта людини, будову хребців. Із чого складаються центральна та периферична нервова система людини? Які нейрони називають руховими, а які – чутливими? Що таке безумовні та умовні рефлекси, нервовий центр? Що таке біла та сіра речовина? Що таке рефлекторна дуга? З яких ланок вона складається?

Ви вже знаєте, що однією зі складових центральної нервової системи людини є спинний мозок.

Яка будова спинного мозку? **Спинний мозок** розташований у каналі хребта, утвореному дугами хребців. Він має вигляд довгої трубки (мал. 136). У дорослої людини спинний мозок завдовжки 41–45 см і приблизно 1 см завтовшки. Його маса становить усього 30–32 г. Спинний мозок має два потовщення: шийне і поперекове. Ці ділянки відповідають виходу нервів, які прямують до верхніх і нижніх кінцівок.

Починається спинний мозок при основі черепа, де з'єднується з довгастим мозком (структурою головного мозку), а закінчується на рівні другого поперекового хребця пучком нервів, які відходять від нього. Тому він дещо коротший від хребта.



Мал. 136. Відділи спинного мозку: 1 – вигляд збоку; 2 – зрізи через відповідні відділи

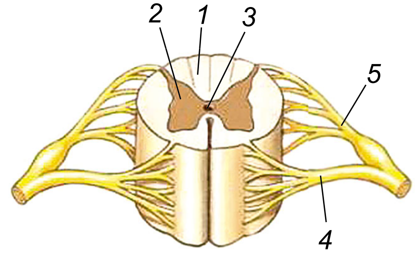
Ви вже знаєте, що від спинного мозку відходить 31 пара спинномозкових нервів. Ділянку, від якої починається певна пара спинномозкових нервів, називають ***сегментом***. У межах спинного мозку розрізнюють сегменти (мал. 136):

- шийні – від них беруть початок 8 пар спинномозкових нервів;
- грудні сегменти – 12 пар;
- поперекові сегменти – 5 пар;
- крижові сегменти – 5 пар;
- куприкові сегменти – 1 пара спинномозкових нервів.

На поперечному зрізі спинного мозку можна побачити, що він складається з білої (розташована ззовні) та сірої речовини (міститься всередині). Волокна білої речовини з'єднують між собою різні ділянки спинного мозку та формують провідні шляхи, забезпечуючи двобічні зв'язки між ним та головним

мозком.

У центрі спинного мозку проходить спинномозковий канал (діаметром до 1 мм), заповнений прозорою *спинномозковою рідиною* (мал. 137). Вона завдяки постійному обміну з кров’ю забезпечує живлення нервової тканини, постачаючи поживні речовини та виводячи продукти обміну. Крім того, спинномозкова рідина здійснює захисну функцію: у ній є особливі клітини, які знищують збудників хвороб.



Мал. 137. Будова спинного мозку: 1 – біла речовина; 2 – сіра речовина; 3 – спинномозковий канал; 4 – руховий корінець; 5 – чутливий корінець

Сіра речовина оточує спинномозковий канал, утворюючи на поперечному зрізі контур, що нагадує метелика чи літеру «**Н**» (мал. 137). Вона має виступи – *роги*, які поділяють білу речовину на ділянки з провідними нервовими шляхами (висхідними та низхідними). По висхідних шляхах нервові імпульси прямують до головного мозку, а по низхідних – збудження передається від головного мозку до центрів спинного мозку, а від них – до робочого органа.

У *передніх рогах* розташовані тіла рухових нейронів, довгі відростки яких досягають скелетних м’язів. Ці відростки утворюють *передні*, або *рухові, корінці* (мал. 137). До задніх рогів підходять відростки чутливих нейронів, які утворюють *задні*, або *чутливі, корінці*. По них надходять нервові імпульси від рецепторів шкіри, м’язів, суглобів, внутрішніх органів. У грудному і поперековому відділах спинного мозку є ще й бічні роги.

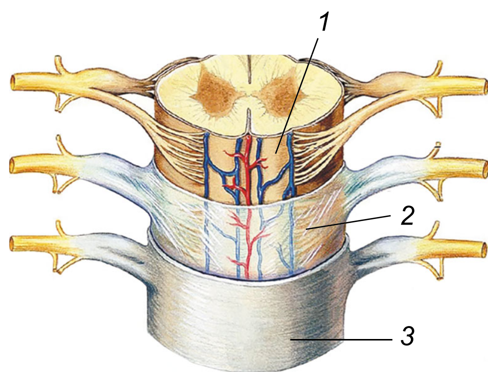
Тіла чутливих нейронів розташовані за межами спинного мозку в потовщеннях – вузлах на задніх корінцях. В отворах між двома сусідніми хребцями передні та задні корінці злиті між собою в змішані спинномозкові нерви, відгалуження яких прямують до різноманітних органів. У сірій речовині розташовані переважно вставні нейрони, які забезпечують зв’язки між чутливими та руховими.

Цікаво знати

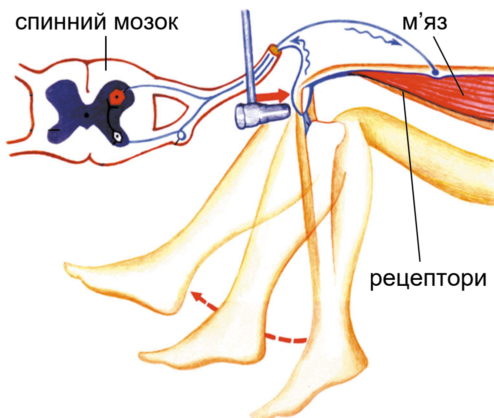
Загалом у спинному мозку людини налічують близько 13 млн нейронів, з яких 97 % – вставні.

Які оболонки вкривають спинний мозок? Спинний мозок оточують три оболонки: тверда, павутинна та м’яка (мал. 138). *Тверда оболонка* розташована ззовні. Вона утворена щільною волокнистою сполучною тканиною. Глибше розташована *павутинна оболонка*, утворена пухкою волокнистою сполучною тканиною. Безпосередньо до речовини мозку прилягає *м’яка (судинна) оболонка*. Вона також утворена волокнистою сполучною тканиною, але, на відміну від павутинної оболонки, містить сітку кровоносних судин. Разом з ними ця оболонка проникає в мозкову тканину. Усі три оболонки формують єдиний суцільний чохол, який оточує як спинний, так і головний мозок. Між павутинною і судинною оболонками є широкий простір, заповнений спинномозковою рідиною.





Мал. 138. Оболонки спинного мозку: 1 – м'яка; 2 – павутинна; 3 – тверда



Мал. 139. Колінний рефлекс. ***Завдання.*** *Простежте шлях передачі збудження*

Які функції спинного мозку? Спинний мозок виконує дві основні функції – рефлекторну та провідникову. ***Рефлекторна функція*** полягає в тому, що у спинному мозку розташовані важливі центри безумовних рефлексів. У них замикається значна кількість рефлекторних дуг. Кожний сегмент спинного мозку регулює діяльність шкіри, скелетних м'язів (крім м'язів голови) чи внутрішніх органів. Наприклад, центр сечовиділення розташований у крижовому відділі, центр розширення зіниць – у верхньому грудному сегменті, колінного рефлексу (мал. 139) – у поперековому відділі (цей рефлекс проявляється у підійманні ноги при різкому ударі по сухожиллю нижче колінної чашечки).

Ще одна функція спинного мозку – ***провідникова***. Як ви знаєте, нервові волокна, які утворюють білу речовину, з'єднують різні відділи спинного мозку між собою та спинний мозок з головним. Нервові імпульси, що надходять у спинний мозок від рецепторів, по висхідних провідних шляхах передаються до головного мозку, а з нього по низхідних повертаються до спинного мозку, а звідти – прямують до робочих органів. Нервові волокна, які передають збудження від спинного мозку в головний, називають *висхідними*, а ті, які передають збудження в зворотному напрямку, – *низхідними*.

Нервові волокна, виконуючи провідникову функцію, забезпечують зв'язок й узгоджену роботу всіх відділів центральної нервової системи.

Отже, спинний мозок відіграє роль двостороннього провідного шляху між головним мозком і периферичною нервовою системою, а також керує простими рефлекторними діями (наприклад, відсмикування руки від гарячого предмета).

Діяльність спинного мозку перебуває під контролем головного, який регулює спинномозкові рефлекси.



У разі перелому хребта порушуються зв'язки спинного мозку з головним. Якщо ушкоджено спинний мозок у шийній частині, людина не здатна свідомо рухати ні руками, ні ногами – настає ***параліч***. Небезпечним захворюванням є запалення оболонок спинного мозку, яке супроводжується значним

підвищенням температури тіла. Його здебільшого спричиняють мікроорганізми або переохолодження тіла.

Ключові терміни і поняття: **спинний мозок, спинномозковий канал, вставні нейрони, рефлекторна та провідникова функції спинного мозку.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яка будова спинного мозку? 2. Що таке сегмент спинного мозку? 3. До якого типу належать спинномозкові нерви? Скільки є пар спинномозкових нервів? 4. Які функції виконує спинний мозок? Як вони пов'язані з його будовою? 5. Які функції спинномозкової рідини?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть, де розташовані тіла чутливих нейронів, пов'язаних зі спинним мозком: а) у передніх рогах сірої речовини; б) у задніх рогах сірої речовини; в) у білій речовині; г) у нервових вузлах, розташованих за межами спинного мозку.
2. Укажіть тип нервів, до яких належать спинномозкові: а) рухові; б) чутливі; в) змішані.
3. Укажіть кількість пар нервів, які відходять від шийних сегментів спинного мозку: а) 5; б) 7; в) 8; г) 12.

Обговоріть у групах. Установіть взаємозв'язок будови і функцій спинного мозку.

Поміркуйте. Чим можуть бути спричинені порушення діяльності спинного мозку? Які наслідки цього порушення?

Творче завдання. Схематично замалюйте і поясніть рефлекторну дугу колінного рефлексу.

§38. ГОЛОВНИЙ МОЗОК ЛЮДИНИ: СТОВБУРОВА ЧАСТИНА, МОЗОЧОК

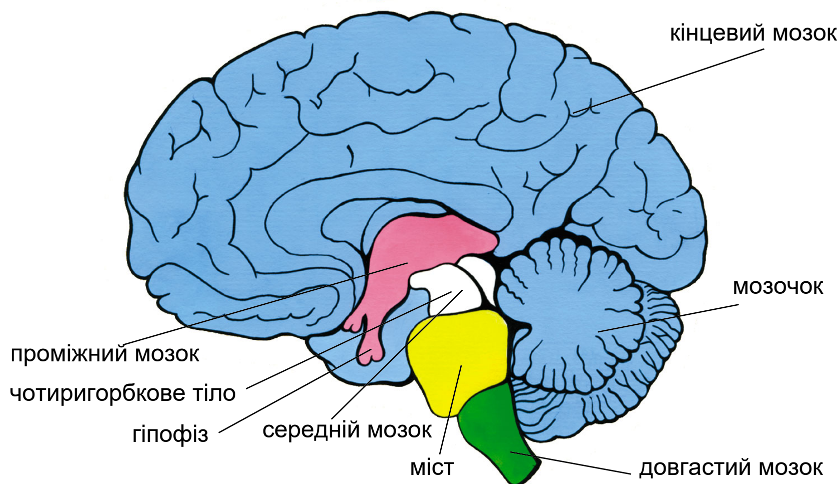
Пригадайте, що таке сіра і біла речовина. Які особливості має будова головного мозку в представників різних класів хребетних тварин?

Головний мозок – вищий відділ нервової системи людини. Він, як і спинний, є частиною центральної нервової системи. Головний мозок міститься в мозковому відділі черепа й через великий потиличний отвір з'єднаний зі спинним. Як і спинний мозок, головний ззовні вкритий трьома захисними оболонками (м'якою, павутинною та твердою). Від нього відходять 12 пар черепно-мозкових нервів. Маса головного мозку новонародженої дитини в середньому коливається від 330 до 400 г. Збільшення маси мозку людини триває до 20–25-го року життя. У дорослої людини маса мозку дорівнює приблизно 1350 г.

У головному мозку, як і в спинному, є біла та сіра речовина. Біла речовина утворює його провідні шляхи, які зв'язують різні частини головного мозку між собою та зі спинним мозком. Сіра речовина утворює кору півкуль головного мозку і мозочка й у вигляді окремих скупчень – *ядер* – міститься всередині білої.

Усередині головного мозку є чотири порожнини – ***шлуночки***, які сполучаються між собою, з простором під павутинною оболонкою мозку та з каналом спинного мозку. Шлуночки заповнені рідиною, яка





Мал. 140. Складові головного мозку. ***Завдання****. Користуючись малюнком, назвіть складові стовбура головного мозку*

відіграє важливу роль у забезпеченні нормальної діяльності головного мозку. Ця рідина створює відносно постійний внутрішньочерепний тиск, разом із кров'ю забезпечує обмін речовин та здійснює захисну функцію.

Яка будова і функції відділів головного мозку? У головному мозку розрізняють стовбурову частину, мозочок і передній мозок. Стовбурова частина включає довгастий мозок, міст і середній мозок (мал. 140).

Довгастий мозок є продовженням спинного (мал. 140). Це історично найдавніший відділ головного мозку. Довгастий мозок складається з білої речовини, у масі якої розташована сіра, що утворює окремі ядра. Від них беруть початок останні чотири пари черепно-мозкових нервів. У довгастому мозку містяться центри, які забезпечують регуляцію серцевої діяльності, кровообігу та дихання. Руйнування довгастого мозку призводить до зупинки дихання і смерті. Ось чому цю частину мозку іноді ще називають «вузол життя». Довгастий мозок також регулює обмін речовин, виділення травних соків, ковтання, ссання. За участю довгастого мозку здійснюються захисні реакції чхання, кашлю, сльозовиділення тощо й рефлекси, необхідні для підтримання певної пози. Він проводить імпульси між спинним і розташованими вище відділами головного мозку.

Цікаво знати 

У довгастому мозку, як і в інших відділах стовбура головного мозку, розташована *ретикулярна формація* – дифузне скупчення нервових клітин різного виду і розміру з довгими та дуже розгалуженими короткими відростками. Ретикулярна формація тягнеться від спинного мозку через стовбурову частину і далі – до переднього мозку, зв'язуючи їх між собою. Через неї «просіюється» вся інформація, що має надійти до півкуль кінцевого мозку. Ретикулярна формація відіграє важливу роль у регуляції збудливості й тонусу всіх відділів центральної нервової системи.

Міст зв'язує між собою довгастий і середній мозок (мал. 140). Через нього проходять висхідні й низхідні шляхи проведення нервових імпульсів. За внутрішньою будовою міст нагадує довгастий мозок – у білій речовині розташовані ядра. Від них беруть початок з V по VIII пари черепно-мозкових нервів. Тут є центри, що контролюють міміку та жування, поставу і рівновагу. По слуховому нерву в міст надходять імпульси від внутрішнього вуха. Пошкодження в ділянці моста можуть супроводжуватися порушенням узгодженості скорочень м'язів-згиначів і розгиначів, слуху та рівноваги.

Між мостом і проміжним мозком розташований ***середній мозок*** (мал. 140). Його верхню частину складає сіра речовина, яка утворює *чотиригорбкове тіло*. Два передні його горби забезпечують автоматичні орієнтувальні реакції (рухи очей, повороти голови) на світло, а задні – на звук. Нижня частина середнього мозку побудована з білої речовини, у центрі якої розташовані ядра III та IV пар черепно-мозкових нервів, а також ядра, які відіграють важливу роль у регуляції тонусу м'язів, особливо тих, які підтримують позу, протидіючи силі земного тяжіння. Тут також містяться ядра, які регулюють больову чутливість, здійснюють захисні згинальні рефлекси кінцівок.

Через середній мозок угору і вниз проходять нервові шляхи, які передають нервові імпульси від проміжного до кінцевого мозку та навпаки.

Порушення середнього мозку проявляються втратою узгодженості рухів очей, роздвоєнням зображення, неможливістю налаштувати зір на бачення далеких чи близьких предметів.

Що таке мозочок? Які його функції? ***Мозочок*** у зародка формується як червоподібний виріст моста, тому їх об'єднують у єдиний комплекс – **задній мозок**. У дорослої людини мозочок розташований безпосередньо над мостом і довгастим мозком. Мозочок складається з двох півкуль, які з'єднані невеликою середньою частиною – ***черв'яком***. Поверхню мозочка вкриває сіра речовина, утворюючи ***кору***. Сіра речовина міститься також у товщі білої речовини мозочка у вигляді ядер. Поверхня мозочка має вузькі звивини, поділені численними борознами (мал. 140).

Основні функції мозочка – координація рухів, визначення їхньої точності, плавності, збереження рівноваги тіла, підтримання тонусу (постійного часткового скорочення) м'язів. У разі ураження мозочка рухи людини стають неточними, незграбними, порушується рівновага тіла. Мозочок пов'язаний провідними шляхами зі спинним, довгастим і середнім мозком, а також – із корою півкуль кінцевого мозку.

Ключові терміни і поняття: **головний мозок, стовбурова частина головного мозку, довгастий мозок, міст, середній мозок, мозочок.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які розрізняють частини головного мозку? 2. Які функції різних частин стовбура головного мозку? 3. Яка будова та функції мозочка? 4. До яких наслідків можуть призводити ушкодження стовбурової частини головного мозку?



Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть перелік складових стовбура спинного мозку: а) довгастий мозок, мозочок, міст; б) проміжний мозок, міст, мозочок; в) довгастий мозок, міст, середній мозок; г) проміжний мозок, мозочок, середній мозок.

2. Укажіть складову стовбура головного мозку, в якій зосереджені життєво важливі нервові центри дихання та контролю серцево-судинної системи: а) кінцевий мозок; б) проміжний мозок; в) довгастий мозок; г) середній мозок.

Обговоріть у групах. Розкрийте функції всіх складових стовбура головного мозку.

Поміркуйте. 1. Чому довгастий мозок називають «великою дорогою»? Чому його ушкодження небезпечне для життя? 2. Чим можна пояснити, що довгастий мозок, міст і середній мозок, крім рефлекторної, мають ще й провідникову функцію, а мозочок – переважно рефлекторну?

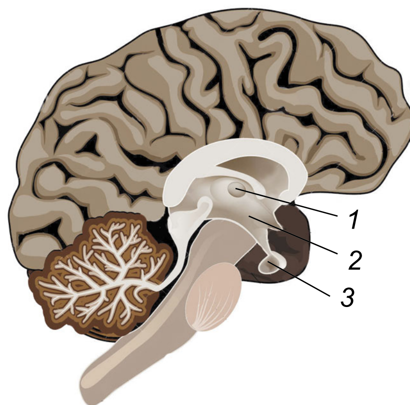
§39. ГОЛОВНИЙ МОЗОК ЛЮДИНИ: ПЕРЕДНІЙ МОЗОК

Пригадайте, з яких частин складається стовбур головного мозку людини. Що собою становлять ядра головного мозку? Що таке гомеостаз?

Стовбурова частина головного мозку спереду сполучається з **переднім.** До його складу входять проміжний і кінцевий мозок.

Які будова і функції проміжного мозку? Основні складові ***проміжного*** **мозку** – таламус і гіпоталамус (підгорбова ділянка) (мал. 141). До цієї частини головного мозку підходять нервові волокна II пари черепно-мозкових нервів (зорові).

Таламус – ділянка головного мозку, що становить собою скупчення сірої речовини у вигляді ядер. Вона охоплює основну частину проміжного мозку. Таламус відповідає за перерозподіл інформації. Ця інформація від різних органів чуття (за винятком рецепторів нюху) по висхідних шляхах надходить до ядер таламуса і далі – до кори великих півкуль кінцевого мозку. Таламус є центром больової чутливості, замикання умовних рефлексів, навчання.



Мал. 141. Таламус (1), гіпоталамус (2), гіпофіз (3)

Цікаво знати

У таламусі можна виділити чотири основні ядра: одне з них перерозподіляє зорову інформацію, інші – ту, що надходить від рецепторів слуху, дотику, рівноваги. Після того як інформація від певних рецепторів надійшла у відповідне ядро таламуса, там відбувається її первинна обробка, тобто людина первинно відчуває температуру, певні зорові або слухові образи тощо.



Таламус відіграє важливу роль у здійсненні процесів запам’ятовування. Його ушкодження може спричинити мимовільне тремтіння кінцівок у стані спокою, часткову втрату пам’яті, порушити мовну функцію та свідомість, а отже, здатність до навчання.

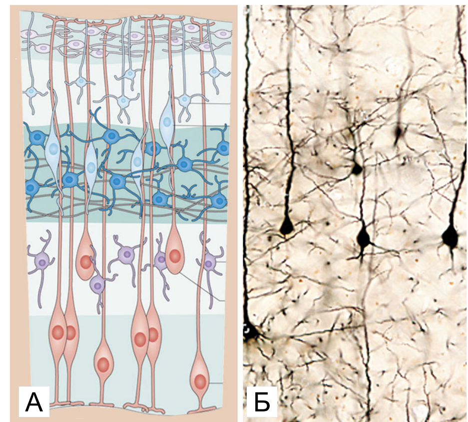
Гіпоталамус (підгорбова ділянка) пов’язаний з корою великих півкуль, зоровими горбами таламуса, мозочком тощо. У ньому розташовані нервові центри, які регулюють усі процеси життєдіяльності: обмін речовин, діяльність серцево-судинної системи, залоз внутрішньої секреції, травного тракту, температуру тіла тощо. З гіпоталамусом пов’язані стани сну, неспання, емоції тощо. У ядрах гіпоталамуса також розташовані нервові клітини, які виробляють біологічно активні речовини, дія яких подібна до гормонів. Їх називають ***нейрогормонами***. В єдиному комплексі з ендокринною залозою – *гіпофізом* – гіпоталамус контролює діяльність усієї ендокринної системи – системи залоз внутрішньої секреції.

Ядра гіпоталамуса, отримуючи інформацію від рецепторів внутрішнього середовища, визначають характер і ступінь порушення гомеостазу і за допомогою нервових і гуморальних механізмів ефективно впливають на його відновлення.

Цікаво знати

У гіпоталамусі розташовані центри голоду, насичення і спраги, центри задоволення та агресивної поведінки. Так, у разі ушкодження деяких його ядер виникає ожиріння або виснаження організму, надмірне потовиділення.

Яка будова та функції кінцевого (великого) мозку? ***Кінцевий***, або ***великий, мозок*** складається з правої та лівої півкуль, розділених поздовжньою щілиною. У глибині цієї щілини півкулі сполучені між собою за допомогою системи поперечних нервових волокон, які утворюють *мозолисте тіло*. Воно здійснює обмін нервовими імпульсами між півкулями, забезпечуючи їхню узгоджену діяльність. У людини великі півкулі складають приблизно 80 % маси головного мозку. Поверхня півкуль вкрита сірою речовиною. Вона утворює **кору**, під якою міститься біла речовина. У білій речовині розташовані окремі ядра. До кінцевого мозку надходять нервові волокна першої пари черепно-мозкових нервів (нюхова).

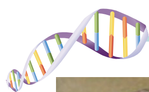


Мал. 142. А. Схема нейронної будови кори кінцевого мозку. Б. Фото нейронів кори

Кора в різних ділянках завтовшки від 1,2 до 4,5 мм. Підраховано, що в ній міститься близько 10^9–10^{11} нервових клітин, зібраних у шари (мал. 142).

Цікаво знати

Мікроскопічну будову кори півкуль головного мозку дослідив Володимир Олексійович Бец (мал. 143), який 1860 року закінчив Київський університет Св. Володимира (нині це Київський національний університет імені Тараса Шевченка). Він

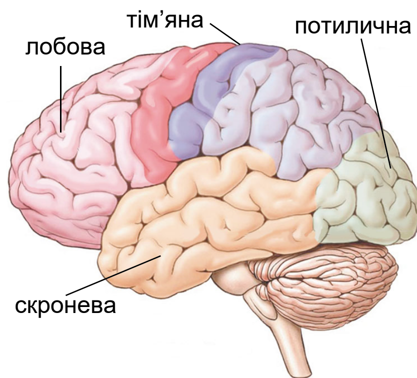




Мал. 143. В.О. Бец (1834–1894) – український анатом і гістолог

перший (1873) описав рухову зону кори головного мозку і відкрив (1874) у ній великі клітини пірамідальної форми (клітини Беца).

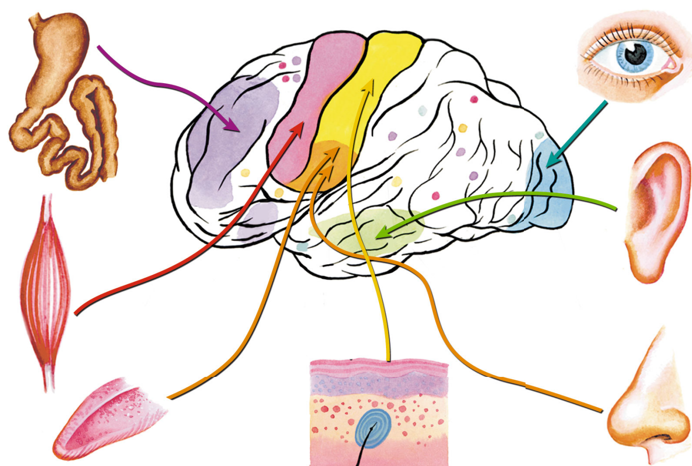
Шар кори слід уявляти ніби складеним у складки, завдяки чому поверхня кори має дуже складний малюнок, утворений почерговим розташуванням у різних напрямках заглиблень – *борозен* і підвищень – валків між ними – *звивин* (*знайдіть їх на малюнку 144*). Виділяють три найглибші борозни півкуль: бічну, центральну і потилично-тім'яну. Вони поділяють півкулі головного мозку на чотири основні частки: лобову, тім'яну, скроневу і потиличну (мал. 144).



Мал. 144. Частки півкуль головного мозку

До певних ділянок кори великих півкуль надходить інформація від різноманітних рецепторів. Кожна така ділянка – ***нервовий центр*** – виконує свої функції.

Кора становить собою сукупність певних зон, між якими немає чітких меж. Таких зон, різних за будовою та функціями, розрізняють у межах всієї кори від 50 до 200. При цьому слід пам'ятати, що за здійснення певних складних функцій можуть відповідати кілька зон кори (мал. 145). Наприклад, у тім'яній частці позаду центральної борозни розташована *зона шкірної* та *суглобової чутливості*. Попереду від центральної борозни розташована *рухова зона*. У скроневій частці є *слухова зона*, у потиличній – *зорова*. *Смакова зона*



Мал. 145. Розміщення деяких нервових зон у корі кінцевого мозку. ***Завдання.*** *Назвіть частки півкуль головного мозку, в яких ці зони розташовані*

розміщена поблизу бічної борозни. *Мовна зона* розташована в кількох ділянках різних часток півкуль.



Нервовий центр **– це сукупність тіл і коротких відростків нервових клітин, здатних обробляти отриману інформацію та приймати рішення щодо дій у відповідь. Ці процеси відбуваються в певних ділянках кори – *зонах*.**

За своїми функціями зони кори поділяють на три групи: чутливі, рухові та асоціативні. *Чутливі зони* сприймають сигнали від певних рецепторів. Наприклад, зорові чутливі зони – від рецепторів сітківки ока, а слухові – від рецепторів вуха. У *рухових зонах* у відповідь на надходження імпульсу виникають сигнали, які визначають рухи різних частин тіла та організму в цілому. *Асоціативні зони* сприймають імпульси від різних рецепторів, а також від чутливих і рухових зон кори, забезпечуючи їхні функціональні зв’язки. Із цими зонами кори найбільше пов’язані вищі психічні функції, зокрема мови та її розуміння.

Отже, кора великих півкуль відіграє вирішальну роль у визначенні поведінки людини, сприйнятті навколишнього світу, організації довільних рухів, у процесах навчання, пам’яті, свідомості й мислення. Тобто вона – ***носій людського інтелекту***.

У півкулях під сірою речовиною (корою) міститься біла. Вона є скупченням укритих жироподібною оболонкою нервових волокон. Ці нервові волокна з’єднують між собою різні зони кори, а різні зони кори – з розташованими нижче ділянками стовбура головного мозку та спинного мозку. Скупчення сірої речовини в білій речовині півкуль – це ядра, які в сукупності утворюють ***підкірку***. Тут розташовані підкіркові центри нервової діяльності.

Закріпимо знання про будову спинного та головного мозку, виконавши лабораторне дослідження.



Лабораторне дослідження

Вивчення будови спинного та головного мозку людини
(за муляжами, моделями, пластинчастими препаратами)

Обладнання та матеріали: муляжі, моделі, скелет, розбірні моделі головного мозку людини.

1. Розгляньте на поперечному зрізі спинного мозку білу та сіру речовину, спинномозковий канал.
2. Розділіть модель головного мозку на дві половини. Знайдіть мозолисте тіло.
3. На одній з половин моделі знайдіть стовбур головного мозку та його складові: довгастий мозок, міст і середній мозок.
4. Знайдіть на моделі мозочок. Розгляньте в ньому розміщення сірої та білої речовини.
5. На моделі півкуль кінцевого мозку знайдіть борозни, звивини, а також частки головного мозку.
6. Знизу моделі головного мозку знайдіть місце, від якого відходять черепномозкові нерви.



Ключові терміни і поняття: проміжний мозок, таламус, гіпоталамус, кінцевий (великий) мозок, півкулі головного мозку, зони кори півкуль.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яка будова та функції проміжного мозку? 2. Де у кінцевому мозку розміщена сіра та біла речовини? 3. Яка будова великих півкуль головного мозку? 4. Яка будова кори великих півкуль? 5. Що таке зони кори великих півкуль? Які їхні функції?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть частку півкуль великого мозку, в якій розташований слуховий центр: а) лобова; б) потилична; в) скронева; г) тім'яна.

2. Укажіть частину центральної нервової системи, від якої залежить складність психічної діяльності людини: а) таламус; б) гіпоталамус; в) спинний мозок; г) півкулі кінцевого мозку.

3. Яке значення мають борозни і звивини кори півкуль головного мозку людини: а) захищають структури головного мозку від травм; б) збільшують площу кори головного мозку; в) поліпшують газообмін головного мозку; г) поліпшують кровопостачання головного мозку.

Обговоріть у групах. І група. Розкрийте особливості будови проміжного мозку та його значення. ІІ група. Розкрийте особливості будови кінцевого мозку та його значення.

Поміркуйте. Як можна встановити, за які функції відповідають певні ділянки кори великих півкуль?

Творче завдання. Складіть таблицю «Нервові зони кори великих півкуль та їхні функції».

§40. СОМАТИЧНА ТА ВЕГЕТАТИВНА НЕРВОВА СИСТЕМА

Пригадайте особливості будови нервової та опорно-рухової систем. Що таке рухові, чутливі та вставні нейрони, нервові центри? Які нерви належать до спинномозкових?

Які функції соматичної нервової системи? Ви вже знаєте, що за функціональними властивостями нервову систему поділяють на соматичну і вегетативну (або автономну). Соматична нервова система охоплює ті відділи центральної і периферичної нервової системи, які іннервують опорно-руховий апарат і забезпечують чутливість нашого тіла (дотикову, больову, температурну).

Соматична нервова система виконує такі функції:

- збирає інформацію від органів чуття і спрямовує її до центральної нервової системи;
- передає нервові імпульси від центральної нервової системи до скелетних м'язів, керуючи різноманітними рухами нашого тіла.

Виконання людиною різноманітних рухів пов'язане з роботою рухових нейронів. Ці нервові клітини з довгим аксоном передають сигнали із центральної нервової системи до робочих органів, зокрема до скелетних м'язів. Рухові нейрони розташовані в різних ділянках центральної нервової системи: тіла одних містяться в головному мозку (наприклад, у руховій зоні кори великих півкуль мозку і ядрах стовбура

головного мозку). Тіла інших – у передніх рогах спинного мозку, їхні аксони відповідно входять до складу спинномозкових нервів.

Існує два види рухових функцій: підтримання пози і власне рух. У природних умовах виокремити їх одну від одної неможливо. Так, у здійсненні цілеспрямованих рухів руки або ноги беруть участь не лише рука чи нога, а й увесь тулуб. Саме тулуб спочатку повинен набути певного положення (пози). З іншого боку, для підтримання пози потрібно, щоб у відповідь на будь-які впливи, що порушують цю позу, відбувалися відповідні компенсаторні рухи.

Як регулюються рухи? Усі рухи (мимовільні та довільні), які організм здійснює для задоволення своїх потреб, регулюють структури центральної нервової системи. У регуляції простих рефлексів пози та окремих рухів відіграють роль відповідні структури, розташовані в спинному мозку. Складні рухи забезпечують вищі рухові центри, розташовані в мозочку, середньому мозку, підкіркових ядрах і корі великих півкуль кінцевого мозку. Кожен із цих центрів регулює відповідні рухи.

Ви вже знаєте, що міст, мозочок і середній мозок регулюють напруження (тонус) скелетних м’язів, переважно тих, які протидіють силі гравітації (розгиначі ніг, м’язи спини), а мозочок відіграє важливу роль у регулюванні рівноваги тіла, координації рухів тощо.

Програми довільних рухів закладені в асоціативних зонах кори та підкіркових ядрах. Частина програм вроджена, інші – набуті. Спочатку чутливі нейрони передають сигнал про стан скелетно-м’язової системи від рецепторів м’язів, сухожиль, суглобів, шкіри, зору, слуху та рівноваги через таламус (як ви пригадуєте, це частина проміжного мозку) до рухової зони кори головного мозку. Далі руховий нейрон від кори півкуль посилає сигнал на рухові нейрони спинного мозку, а ті, у свою чергу, впливають на м’яз, результатом чого є рух.



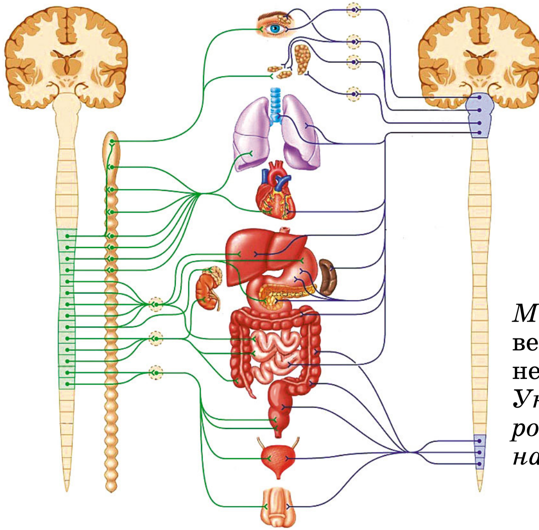
Людина може удосконалювати довільні рухи в результаті тренування: учень початкових класів із часом поліпшує своє письмо, виробляє свій почерк, який стає індивідуальним. Регулярне виконання фізичних вправ стає потребою. Якщо в підлітковий період зменшується рухливість, із часом це стане однією з причин різноманітних захворювань.

Які функції вегетативної нервової системи? До вегетативної (автономної) нервової системи належать усі відділи, які регулюють діяльність внутрішніх органів, непосмугованих м’язів судин, кишківника, різних залоз, а також серця. Таким чином, вона регулює процеси обміну речовин нашого організму.

Основною функцією вегетативної (автономної) нервової системи є підтримання гомеостазу – динамічної сталості внутрішнього середовища організму. Її діяльність не підпорядкована свідомості, хоча й регулюється з боку спинного та головного мозку. Завдяки цій властивості життєво важливі органи (серце, кровоносні судини, шлунок, легені та ін.) не припиняють виконувати свої функції навіть тоді, коли людина непритомніє.

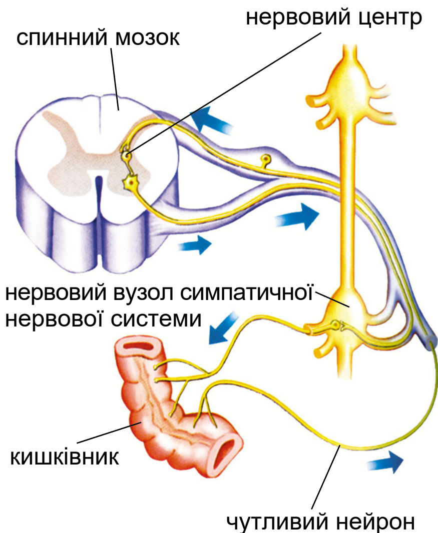
Як відбувається нервова регуляція роботи внутрішніх органів? Вегетативна нервова система складається з нервових центрів, розташо-





Мал. 146. Схема будови вегетативної (автономної) нервової системи. ***Завдання.*** *Укажіть, як впливають на роботу органів зображені на малюнку симпатична та парасимпатична нервова система*

ваних у головному та спинному мозку, а також нервів, які відходять від центральної частини нервової системи, їхніх сплетінь і нервових вузлів. За особливостями будови та функцій вегетативну нервову систему поділяють на *симпатичну* та *парасимпатичну* частини. Імпульси, що від них надходять, зазвичай протилежно впливають на роботу певного органа. Так, якщо симпатична частина стимулює діяльність серця, то парасимпатична, навпаки, – гальмує. Секреція шлункового соку стимулюється під впливом нервових імпульсів, які надходять від парасимпатичної частини, а симпатична частина, навпаки, цей процес уповільнює. Слід зазначити, що певні органи (кровоносні судини, потові залози, м'язи – піднімачі волосся) перебувають лише під контролем симпатичної частини вегетативної нервової системи (мал. 146).



Мал. 147. Схема регуляції внутрішніх органів (на прикладі кишківника). ***Завдання.*** *Поясніть шлях регуляції роботи кишківника*

Особливостям іннервації, яку здійснюють симпатична і парасимпатична частини вегетативної (автономної) нервової системи, є те, що вона здійснюється за участі двох нейронів. Тіло одного з них (*першого*) входить до складу нервових центрів центральної нервової системи, тіло *другого* – за її межами.

Центри симпатичної частини розташовані в бічних рогах сірої речовини грудного та поперекового відділів шийного, спинного мозку (мал. 147). Там є тіла нейронів, від яких відходять відростки. Ці відростки прямую-

ють до нервових вузлів двох симпатичних стовбурів, які тягнуться по обидва боки хребта: від основи черепа до крижової частини хребта. Там є тіла інших нейронів. Таким чином, тіла інших нейронів симпатичних нервових вузлів автономної нервової системи віддалені від тих органів, які вони іннервують. Тому такі нейрони зазвичай мають дуже довгі відростки (аксони) (мал. 147).

Центри парасимпатичної нервової системи розташовані у нервових центрах стовбурової частини головного мозку та у крижовій частині спинного. У цих нервових центрах розміщені тіла перших нейронів. Від них відходить кілька пар довгих нервів, які прямують до парасимпатичних нервових вузлів, де є тіла інших нейронів. На відміну від симпатичних нервових вузлів, парасимпатичні розташовані поблизу або у товщі органів, які вони іннервують.

Симпатичний та парасимпатичний відділи вегетативної нервової системи взаємодіють між собою. Загальний контроль функцій вегетативної системи здійснює кора великих півкуль головного мозку (лобова частка) та певні підкіркові структури. Отже, вегетативна нервова система забезпечує цілісне реагування організму на зміни, що відбуваються у довкіллі та внутрішньому середовищі самого організму.

Більшість органів іннервується як симпатичним, так і парасимпатичним відділами автономної нервової системи, що діють на органи протилежно (*див. таблицю 10*).

Таблиця 10

ВПЛИВ СИМПАТИЧНОГО ТА ПАРАСИМПАТИЧНОГО ВІДДІЛІВ ВЕГЕТАТИВНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ НА ДІЯЛЬНІСТЬ ДЕЯКИХ ОРГАНІВ

Органи та їхні функції	Вегетативна нервова система	
	симпатичний відділ	парасимпатичний відділ
Серце	Прискорює і підсилює його скорочення	Уповільнює його скорочення
Кровоносні судини	Звужує	Розширює (у певних органах)
Кров’яний тиск	Підвищує	Знижує
Дихання	Прискорює	Сповільнює
Зіниці ока	Розширює	Звужує
Залози: слинні, травні шлунка і кишківника	Зменшує виділення слини і травного соку	Збільшує виділення слини і травного соку
Рухова активність шлунка і кишківника	Уповільнює	Підсилює
Шкіра	Посилює потовиділення	Не діє



Симпатичний відділ автономної нервової системи посилює діяльність організму в умовах, що потребують мобілізації фізичних, розумових та емоційних зусиль, а парасимпатичний – забезпечує відновлення ресурсів, витрачених під час роботи.

Ключові терміни і поняття: **соматична та вегетативна (автономна) нервова система, симпатичний і парасимпатичний відділи вегетативної нервової системи.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке соматична нервова система? 2. Які нейрони називають руховими? 3. Яка роль кори великих півкуль у регуляції рухової активності людини? 4. Яку функцію виконує вегетативна (автономна) нервова система? З яких відділів вона складається? 5. Які особливості функціонування автономної нервової системи?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть сегменти спинного мозку, в яких розміщена центральна частина симпатичного відділу автономної нервової системи: а) шийні та грудні; б) тільки шийні; в) грудні та поперекові; г) поперекові та крижові.

2. Укажіть складові головного мозку та сегменти спинного мозку, в яких розміщена центральна частина парасимпатичного відділу автономної нервової системи: а) передній мозок; б) тільки стовбур головного мозку; в) у стовбурі головного мозку та крижових сегментах спинного мозку; г) у грудних і поперекових сегментах спинного мозку.

Обговоріть у групах. І група. Розкрийте особливості будови та функціонування соматичної нервової системи. ІІ група. Опишіть регуляцію рухів людини на конкретному прикладі. ІІІ група. Опишіть вплив автономної нервової системи на діяльність конкретного органа.

Поміркуйте. Чому в дітей, коли вони вчаться ходити, рухи недостатньо скоординовані? Чому в літніх людей іноді порушується координація рухів?

§41. ПРОФІЛАКТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Пригадайте, що таке кора головного мозку. Що таке інсульт, параліч?

Які бувають порушення діяльності нервової системи людини? Причинами порушень діяльності нервової системи можуть бути різні зовнішні впливи: механічні травми та електричне ураження центральних і периферичних структур нервової системи (ушкодження спинного мозку, струс головного мозку, руйнування нервів), перегрівання та переохолодження організму (запалення нервів, оболонок спинного та головного мозку), інфекційні захворювання, спричинені вірусами, бактеріями тощо (енцефаліт, менінгіт), дія різних отрут. Їх можуть спричинити й порушення нормального функціонування організму: погіршення або припинення кровопостачання певної ділянки нервової системи, голодування, нестача вітамінів, особливо групи В. Порушення узгодженості між симпатичною і парасимпатичною нервовою системою може призвести до запаморочень.

Множинне запальне ураження периферичних нервів має назву ***поліневрит***.



На функціонування нервової системи згубно впливає нестача кисню, що виявляється в загибелі нейронів, порушенні зв’язків між ними та уповільненні рефлексів. Ось чому потрібні прогулянки, ігри та заняття спортом на свіжому повітрі. Така діяльність також необхідна для відпочинку нервової системи під час розумових та емоційних навантажень.

Украй негативно впливають на нервову систему вживання алкоголю, наркотиків, куріння. Алкоголь, руйнуючи мембрани нейронів, призводить до загибелі частини нервових клітин, зокрема кори головного мозку та мозочка, порушує проведення нервового імпульсу по нервах, передачу нервових імпульсів від нервів до м’язів. У результаті погіршується координація рухів, слабшають кінцівки, виникає тремтіння м’язів, настає розумова неповноцінність.

Нікотин у складі тютюнового диму спричиняє спазми судин головного та спинного мозку, порушуючи кровопостачання цих структур.

Наркотики, маючи збуджувальну або снодійну дію, дуже швидко виснажують нервову систему та організм у цілому, спричиняють фізичні та психічні розлади, порушення нюхової, смакової, зорової та інших видів чутливості.

Найпоширенішими порушеннями діяльності нервової системи є **неврози**. Вони характеризуються нав’язливими, істеричними розладами психіки, а також тимчасовим зниженням розумової та фізичної працездатності. Спричиняють неврози тривалі сильні негативні емоції, пов’язані з труднощами в навчанні, проблемами в сім’ї. За своїм проявом неврози поділяють на кілька форм: неврастенію, істерію, психастенію.

Неврастенія розвивається внаслідок перевтоми, недоїдання, отруєння наркотиками, хронічних інфекцій тощо. Це захворювання зазвичай пов’язане з перенапруженням гальмівних процесів, тобто здатності стримуватися, володіти собою. Тому для неврастеніків характерною є підвищена дратівливість і збудливість, гарячкуватість, нестерпність до заперечень, метушливість. Вони швидше стомлюються під час виконання роботи, особливо розумової. У них бувають часом апатія, головний біль, запаморочення, розлади сну. У хворого різко виражені вегетативні реакції: він то червоніє, то стає блідим, кінцівки холонуть, виникають відчуття свербіння шкіри тощо.

Істерія характеризується переважанням емоцій над розумом (підкіркової діяльності над діяльністю кори великих півкуль). Тому в істериків невідповідна (неадекватна) реакція на зовнішні подразники. Типовим проявом цього захворювання є істеричний напад, що виникає як реакція навіть на незначну неприємність. Під час нападу хворий плаче або сміється, може навіть впасти. Настрій у таких людей нестійкий. Слабкість нервових процесів зумовлює підвищену здатність до навіювання і самонавіювання.

Психастенія, або ***невроз нав’язливих станів,*** проявляється нерішучістю, невпевненістю у своїх силах. Цей стан багато в чому протилежний істерії. Характеризується сильним переважанням кори кінце-



вого мозку над емоційними центрами. У таких людей збіднені емоції та захоплення, образне мислення, постійне відчуття неповноцінності життя, схильність до сумнівів, нерішучість у діях, невпевненість у собі. Їм важко приймати будь-яке рішення, вони нескінченно аналізують свої вчинки. У свідомості людини з психостенією виникають настирливі спогади, страхи, бувають і нав'язливі дії. Виникають постійні сумніви щодо правильності вчинків, страх самотності, темряви, катастроф. Такий стан у легкій формі може виникнути й у здорової людини в разі перевтоми.

Стійкі неврози можуть згодом перерости у **психози**, пов'язані з ушкодженням структур центральної нервової системи. Вони часто супроводжуються маренням, галюцинаціями тощо. При цьому психічні реакції хворої людини не відповідають реальній ситуації.



Якщо є підозра на психастенію, дитині важливо дати можливість відпочити, стежити за дотриманням режиму сну (лягати спати о 22.00 і вставати о 7.00), перед сном бажано прогулянки, рекомендовано легку фізичну працю, спорт. Сильні прояви невротичних станів потребують детального обстеження і лікування. Якщо ви спостерігаєте надмірне перевантаження своєї нервової системи, зверніться до шкільного психолога, який вислухає вас і надасть кваліфіковану допомогу.

Які є заходи профілактики захворювань нервової системи? Ви вже знаєте, що будь-якій хворобі легше запобігти, ніж потім лікувати. Тому знання симптомів і наслідків хвороби є основним способом профілактики. Часто для відновлення функціонального стану нервової системи й організму достатньо збільшити час активного відпочинку, змінити умови, усунути причини виникнення цих станів. Найефективнішими і найнадійнішими способами зняти психологічне напруження, яке часто виникає в підлітків, є захоплення творчістю, музикою, туризмом, фізичною культурою і спортом. Важливо, щоб життя було заповнене потрібною й цікавою діяльністю, яка б забезпечувала нормальне життя і давала духовне задоволення.

Ключові терміни і поняття: **неврастенія, істерія, психастенія, неврози, психози.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

Які функціональні порушення нервової системи ви знаєте? Як вони впливають на здоров'я людини? Які профілактичні заходи щодо запобігання їм ви знаєте?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть один із видів неврозу, в основі якого є переважання емоцій над розумом (підкіркової діяльності над корою кінцевого (великого) мозку): а) неврастенія; б) істерія; в) психастенія.

2. Позначте тривалість сну (у годинах), яка зазвичай є достатньою для відновлення сил учня: а) 6; б) 7; в) 8; г) 9.

Творче завдання. Запропонуйте профілактичні заходи щодо запобігання неврозам. Складіть свій розпорядок дня на тиждень.

Тема 9

ЗВ'ЯЗОК ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ІЗ ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ. СЕНСОРНІ СИСТЕМИ



Людину оточує дивовижний світ, багатий на барви, звуки, запахи. Як людина сприймає їх та одержує повну картину навколишньої дійсності?

§42. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СЕНСОРНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ, ЇХНЯ БУДОВА

Пригадайте, що таке рецептори. Які нерви називають чутливими, а які – руховими? Де розташовані нервові центри в корі кінцевого мозку?

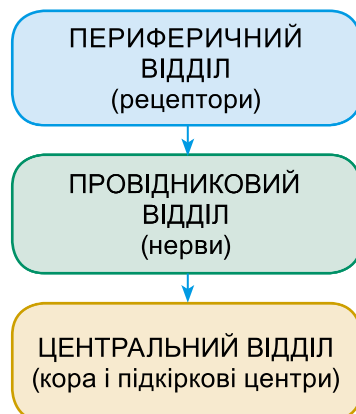
Що таке сенсорні системи і як вони працюють? Наш мозок безперервно одержує інформацію про всі зміни навколишнього середовища, а також про стан внутрішнього середовища організму. Сприйняття, передачу та аналіз цієї інформації забезпечують сенсорні системи. Їх також називають *аналізаторами*.



Сенсорна система – це сукупність органів чуття з рецепторами і структур центральної та периферичної нервової системи, які сприймають й аналізують різні подразники зовнішнього та внутрішнього середовища.

У сенсорній системі розрізняють три відділи: периферичний, провідниковий і центральний (мал. 148).

Периферичний відділ складається з рецепторів, які сприймають певний вид подразнення. Ці рецептори входять до складу відповідного органа чуття або розташовані у тканинах. ***Провідниковий відділ*** утворюють чутливі нерви, які відходять від рецепторів, та ядра стовбура мозку. По них нервові імпульси передаються до центрального відділу сенсорної системи. ***Центральний відділ*** – це певні ділянки центральної нервової системи (кори і підкіркових центрів головного мозку), де аналізуються подразнення і формуються відчуття. У цьому відділі також формується відповідь на подразнення, які надходять від рецепторів.



Мал. 148. Схема загальної структури сенсорних систем



Отже, сенсорні системи забезпечують пристосувальні реакції організму у відповідь на дію подразників зовнішнього та внутрішнього середовища. Ушкодження будь-якого відділу сенсорної системи призводить до втрати здатності розрізняти певні подразнення.

Які є типи рецепторів? Як ви пригадуєте, ***рецептори*** – особливі чутливі структури, що сприймають подразники зовнішнього і внутрішнього середовища й перетворюють їх на нервові імпульси. Рецепторами можуть бути нервові закінчення в тканинах або спеціалізовані клітини, що входять до складу різних органів чуття. Кожен вид рецепторів сприймає тільки один тип подразників. Розрізняють такі рецептори:

- *механорецептори* – сприймають різні механічні подразники зовнішнього та внутрішнього середовища; входять до складу органів слуху, рівноваги, шкіри, опорно-рухового апарату, внутрішніх органів тощо;
- *хеморецептори* – сприймають вплив різних хімічних сполук; до них належать рецептори смаку, нюху, а також ті, що розташовані в тканинах і стінках кровоносних і лімфатичних судин тощо;
- *фоторецептори* – сприймають дію світлових променів; входять до складу органа зору;
- *терморецептори* – сприймають зміни температури зовнішнього та внутрішнього середовища; розташовані в шкірі та внутрішніх органах;
- рецептори, що відповідають за больові відчуття – *ноцицептори*, дають змогу своєчасно сприймати порушення в роботі внутрішніх органів або певні небезпечні впливи чинників зовнішнього середовища.

Як функціонують рецептори? Сукупність рецепторів, пов'язаних з певним нейроном центральної нервової системи, утворює *рецепторне поле*. Для того щоб рецептори сприйняли певний подразник, потрібно, щоб він подіяв на них з певною силою. Так, орган слуху людини може сприймати звукові хвилі із частотою не менше ніж 16 і не більш як 20 000 коливань за секунду. При цьому різні рецептори, що входять до складу рецепторного поля, мають різний поріг чутливості до дії подразника (так, одні рецептори в органі слуху людини здатні сприймати низькі звуки, інші – високі).

Фізіологічна роль рецепторів полягає в тому, що вони перетворюють одні форми енергії подразників: фізичну (механічну, теплову та ін.) або хімічну на електричну енергію нервових імпульсів. Далі ці імпульси передаються чутливими нейронами у певні зони кори великих півкуль кінцевого мозку. Там інформація, що надходить від рецепторів, відбивається у свідомості людини у вигляді суб'єктивних образів – відчуттів, відтворень і уявлень. У головному мозку збудження, які надходять від органів чуття, аналізуються, від нього також надсилаються сигнали органам, які відповідають за виконання певних функцій. Наприклад, побачивши на дорозі гострий предмет, людина його обходить, почувши дзвінок телефона, реагує на нього.

Для всіх типів рецепторів характерне явище адаптації, тобто пристосування до тривалої дії подразника. Якщо подразник діє довго, поріг чутливості сенсорної системи підвищується. Так, людина, яка

приїхала після тривалого перебування на природі (наприклад, у лісі) до міста, спочатку дуже чутлива до шумів (руху транспорту, гучних розмов людей), але через певний час такий шум привертає дедалі менше її уваги. Зорові рецептори досить швидко здатні адаптуватися як до яскравого освітлення, так і до затемнення. Найгірше адаптуються до подразнення больові рецептори.

Якщо на сенсорну систему певний подразник діє періодично і при цьому щоразу сила його дії поступово збільшується, зростає її чутливість. Наприклад, фахівці-кулінари краще за людей інших професій розпізнають якість їжі, водії – розрізняють за звуком двигуна, що працює, його стан тощо. Але слід зазначити, що чутливість сенсорних систем до дії певних подразників можна підвищувати лише до певної межі, багато в чому ця здатність визначається спадково.



Завдяки адаптаційним механізмам, закладеним в організмі кожної людини, ми здатні за допомогою тривалих вправ підвищувати функціональні можливості сенсорних систем. Так тренують свій слух музиканти, відчуття кольору – художники, смак і запахи – спеціалісти-дегустатори та інші.

Які є типи сенсорних систем? Відповідно до різних типів рецепторів існують і різні сенсорні системи. У людини розрізняють такі основні сенсорні системи: зорову, слухову, смакову, дотикову та нюхову. До периферичної частини сенсорної системи входять і відповідні органи чуття: очі (сприймають світлові подразники), вуха (звукові), язик (смакові), ніс (запахи), орган рівноваги (контроль за положенням у просторі) та ін.

Усі сенсорні системи організму людини пов’язані між собою, особливо в корі головного мозку, численними нервовими зв’язками. Тому різні сенсорні системи здатні до *взаємодії* та *взаємокомпесації*. Унаслідок цього подразнення рецепторів однієї із сенсорних систем формує відчуття, що забезпечують інші. Наприклад, людина чує гавкіт собаки та уявляє її образ. Почувши запах горілого дерева, людина може уявити пожежу.

Отже, у великих півкулях унаслідок взаємодії кіркових відділів різних сенсорних систем формується програма поведінки людини, оцінка певних дій тощо.

Біологічне значення явища взаємокомпенсації сенсорних систем полягає в тому, що в разі ушкодження однієї з них (унаслідок хвороби або травми) підвищується чутливість до дії подразників інших. Так, сліпі люди здатні краще розпізнавати звуки, запахи, у них підвищена дотикова чутливість тощо (мал. 149).



Мал. 149. Незрячі люди сприймають текст на дотик. Цей рельєфно-крапковий шрифт розробив француз Луїс Брайль

Ключові терміни і поняття: **рецептори, сенсорна система, аналізатори.**



ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Дайте визначення поняття «сенсорні системи». 2. Які основні структурні елементи входять до складу всіх сенсорних систем? 3. Які сенсорні системи людини ви знаєте? 4. Що таке адаптація рецепторів? 5. У чому полягає взаємодія сенсорних систем?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть відділ сенсорної системи, до складу якого входять рецептори: а) периферичний; б) центральний; в) провідниковий.

2. Укажіть сенсорну систему, до складу якої входять фоторецептори: а) смакова; б) слухова; в) зорова; г) нюхова.

3. Укажіть тип рецепторів, до яких належать рецептори смаку: а) механорецептори; б) хеморецептори; в) фоторецептори; г) терморецептори.

Установіть правильну послідовність передачі подразнення у сенсорних системах: а) нервовий центр кори кінцевого мозку; б) рецептори; в) чутливий нерв.

Обговоріть у групах. Назвіть типи сенсорних систем людини та подразники, які вони сприймають.

Поміркуйте. Яке значення має явище взаємокомпенсації сенсорних систем?

§43. ЗОРОВА СЕНСОРНА СИСТЕМА ЛЮДИНИ

Пригадайте будову черепа людини. Які типи рецепторів притаманні організму людини?

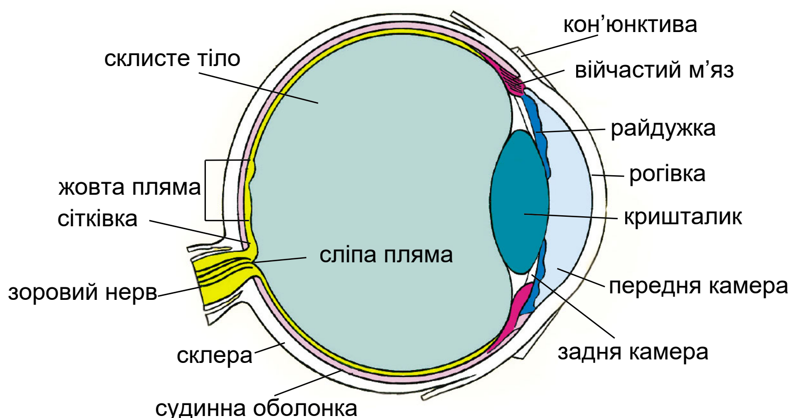
Що таке зір людини? Із чого складається зорова сенсорна система? Найінформативніша серед усіх сенсорних систем – **зорова**. За підрахунками вчених, близько 90 % усієї інформації про зовнішній світ ми отримуємо завдяки зору.

Зір – це фізіологічний процес, який дає змогу сприймати ступінь освітленості, форму, розміри та кольори навколишніх предметів, відстань до них і таким чином орієнтуватись у довкіллі. Людина завдяки зору здатна читати, писати, сприймати інформацію з екранів телевізорів, моніторів комп'ютерів, виконувати складні роботи тощо.

Зорова сенсорна система включає око (орган, який сприймає світлові промені), зоровий нерв, підкіркові центри зору та зорову зону, розміщену в потиличній частці кори великих півкуль головного мозку.

Яка будова органа зору? ***Орган зору*** людини складається з очного яблука (ока) і допоміжного апарату. *Очне яблуко* міститься в заглибленні лицьової частини черепа – очній ямці. Таке розташування ока певним чином захищає його від ушкоджень.

Очне яблуко становить собою надзвичайно складний і чутливий оптичний апарат (мал. 150). Його стінки складаються з трьох оболонок. Зовнішня оболонка – ***фіброзна*** – досить щільна й підтримує форму очного яблука (майже кулясту). Спереду вона утворює прозору і проникну для світла ***рогівку***. Її інша частина є непрозорою і має назву ***склера***, або *білкова оболонка*. Прозора рогівка нагадує лінзу, що залом-



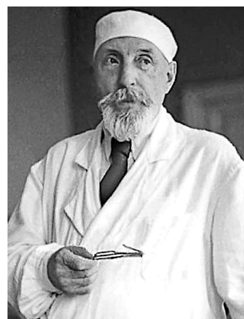
Мал. 150. Будова ока

лює світло. Вона наче вставлена в передню частину склери (мал. 150). Саме через рогівку світло потрапляє до інших частин ока. На відміну від рогівки, склера для світла непроникна. Рогівка містить механорецептори, тому дотик до неї спричинює моргання.

Моргання – безумовний рефлекс, спрямований на захист очей. Кліпаючи, ми зволожуємо очі, очищаємо від пилу рогівку, запобігаємо потраплянню сторонніх часточок під час раптових поривів вітру або потрапляння під дощ чи струмінь води. Часте моргання свідчить про те, що нашим очам некомфортно. Нерідко це сигнал загальної втоми.

Цікаво знати

Рогівка добре відновлюється. Розрізи на ній можна зашивати, не порушуючи зору. Унаслідок деяких хвороб або в деяких людей літнього віку рогівка мутнішає. Так виникає більмо (полуда). До ока не потрапляє світло, і людина сліпне. Операцію з пересаджування рогівки перший у світі в 1924 р. запропонував видатний вітчизняний офтальмолог Володимир Петрович Філатов (мал.151). Він працював в очній клініці при університеті в Одесі (1903–1936), а з 1936 р. організував і очолив Одеський інститут очних хвороб, якому й присвоєно його ім'я.



Мал. 151. В.П. Філатов (1875–1956)

Середня оболонка ока – ***судинна***, пронизана густою сіткою кровоносних судин. Ці судини постачають очному яблуку поживні речовини. Крім того, судинна оболонка містить темний пігмент, який надає їй забарвлення. У судинній оболонці розрізняють власне судинну оболонку, війкове тіло та райдужку.

Власне судинна оболонка забезпечує живлення різних частин ока. Передня її частина – *райдужка* – має вигляд вертикальної пластинки з круглим отвором у центрі. Райдужка дістала таку назву тому, що містить темний пігмент (меланін), який зумовлює колір очей: що більше пігменту, то темніший їхній колір. За незначної кількості пігменту



колір райдужки сірий, зелений або блакитний, за великої – карий. Колір очей у людини визначається спадково.

У райдужці є отвір – *зіниця*, через який світло потрапляє всередину ока. Зіниця, подібно до діафрагми фотоапарата, може змінювати діаметр, регулюючи кількість світла, що потрапляє до світлочутливих клітин сітківки. Коли освітлення яскраве – зіниця звужується, у темноті вона розширюється. Діаметр зіниці змінюється внаслідок скорочення або розслаблення двох непосмугованих кільцевих м'язів райдужки.

Цікаво знати 

Діаметр зіниці змінюється і в результаті емоційних реакцій: за стану страху зіниця розширюється, а за гніву – звужується (*пригадайте народний вислів «У страху очі великі»*).

Основна функція зіниці – захист світлочутливого апарату від руйнування сильним світлом і пристосування ока до зміни інтенсивності освітлення. Її діаметр змінюється рефлекторно й узгоджено в обох очах.

За райдужкою розташоване *війкове тіло*, більшу частину якого становить непосмугований війковий м'яз. Він утримує прозору капсулу, усередині якої розміщений *кришталик* у формі двоопуклої лінзи (мал. 150). Кришталик утворений напіврідкою прозорою речовиною.



Помутніння кришталика призводить до захворювання на ***катаракту***. Причиною виникнення катаракти можуть бути порушення обміну речовин, травми, надмірна робота за монітором комп'ютера. Лікування катаракти потребує хірургічного втручання з видаленням помутнілого кришталика та заміною його на штучний. Тепер таке оперативне втручання є безболісним завдяки лазерній хірургії.

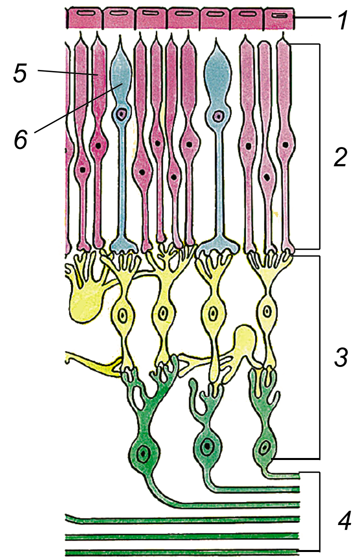
Уся внутрішня порожнина ока заповнена ***склистим тілом*** – прозорою драглистою масою (мал. 150). Ця структура, так само як рогівка чи кришталик, здатна заломлювати світло й змінювати хід його променів в оці. Через склисте тіло світлові промені потрапляють на сітківку. Склисте тіло підтримує також тиск усередині ока.

Око має дві порожнини – камери ока. Передня камера – це невеликий простір між рогівкою та райдужкою. Задня камера розташована між райдужкою та кришталиком (мал. 150). Через зіницю задня камера ока сполучається з передньою. Камери ока заповнені рідиною, яку утворює судинна оболонка ока.



Структури ока, які забезпечують проходження променів світла, утворюють його оптичну систему. Структури ока, які сприймають світлові промені, – це світлосприймальна система ока.

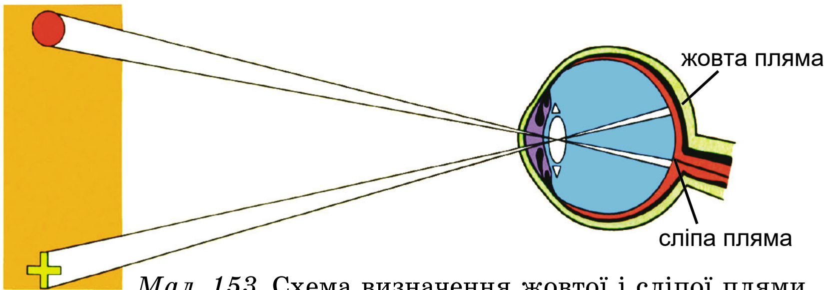
Сітківка, або ***сітчаста оболонка***, вистеляє дно ока. Вона складається з двох листків. Зовнішній листок утворюють пігментні клітини, що містять чорний пігмент *фусцин*. Він поглинає світлові промені, усуваючи відблиски, що сприяє чіткішому зображенню предметів.



Мал. 152. Будова сітківки: 1 – пігментні клітини; 2 – рецепторний шар; 3 – нейрони; 4 – волокна зорового нерва; 5 – палички; 6 – колбочки

Внутрішній листок містить світлочутливі рецептори (*фоторецептори*). Одні рецептори мають форму паличок, інші – колбочок (мал. 152). ***Палички*** збуджуються під час дії світла малої інтенсивності. ***Колбочки*** пристосовані до сприйняття яскравого світла і кольорів.

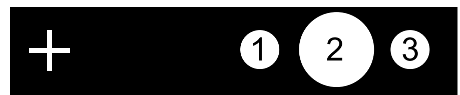
Від ока відходить зоровий нерв. У місці його виходу немає ні паличок, ні колбочок. Це ***сліпа пляма*** (мал. 153). Предметів, зображення яких потрапляє на цю ділянку, ми не бачимо. Площа сліпої плями (у нормі) становить від 2,5 до 6 мм^2.



Мал. 153. Схема визначення жовтої і сліпої плями

Збоку від сліпої плями, навпроти зіниці, є місце найбільш чіткого бачення предметів – ***жовта пляма*** (мал. 153), де переважно містяться колбочки. У нормі зображення завжди фокусується оптичною системою ока на жовтій плямі. При цьому предмети, які сприймаються периферичним зором, розрізняються гірше. Завдяки тому, що палички переважають на периферії сітківки, ми здатні бачити «куточком ока», що відбувається навколо нас.

Сліпу пляму можна легко виявити за допомогою простого досліду (мал. 154).



Мал. 154. Приклад картки для демонстрування сліпої плями на сітківці ока



Лабораторне дослідження

Виявлення сліпої плями на сітківці ока

Обладнання: картка для демонстрації сліпої плями на сітківці ока.

1. Прикрийте ліве око рукою або щільним папером і помістіть картку з малюнком на відстані приблизно 15 см від очей.

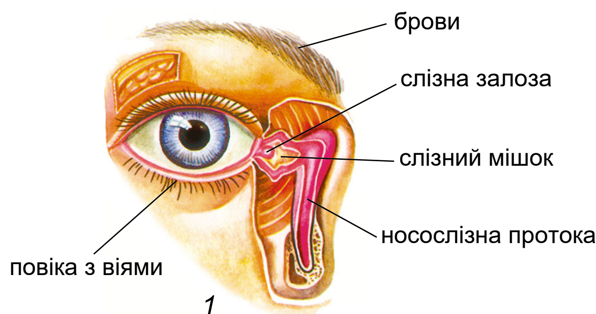


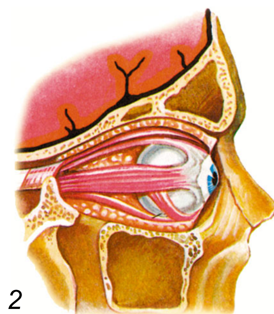
2. Дивіться правим оком тільки на хрестик, зображений на картці, і повільно то наближайте її до себе, то віддаляйте доти, доки не зникне один із трьох кружечків. Чим пояснюється це явище?

3. Повторіть дослід, прикривши праве око, фіксуючи погляд на кружечку.

4. Зробіть висновок, відповівши на запитання: На яку частину сітківки потрапляє зображення хрестика і кружечка? Чи є на сітківці місце, що зовсім позбавлене рецепторів? Як воно називається? Чи чутливе воно до світла? Як називається ділянка сітківки, де містяться переважно колбочки і яке це має значення?

Допоміжний апарат ока складається з верхньої та нижньої повік і посмугованих м'язів, які рухають очне яблуко (мал. 155).





Мал. 155. 1. Допоміжний апарат ока. 2. М'язи ока

Очне яблуко захищають брови, повіки та вії. ***Брови*** захищають око від поту. ***Повіки*** прикривають око зверху й знизу, захищаючи очне яблуко від пилу та інших сторонніх тіл, механічних ушкоджень тощо. На вільних краях повік ростуть короткі волоски – *вії*. Внутрішня поверхня повік вкрита тонкою слизовою оболонкою – ***кон'юнктивою***. При доторканні до вій або раптовій появі поблизу ока певного предмета спрацьовує безумовний рефлекс моргання.



Запалення кон'юнктиви спричиняє захворювання – ***кон'юнктивіт***. Його ознаки: постійне сльозовиділення, різь в очах, почервоніння повік, іноді гнійні виділення. Причини виникнення кон'юнктивіту – порушення правил гігієни, збудники інфекції, алергени. У разі виникнення кон'юнктивіту не можна торкатися очей руками, слід користуватися власним рушником, аби не заразити інших членів родини.

Видалення сторонніх часток з поверхні ока забезпечує і *слізний апарат*. Він складається зі слізної залози, слізних канальців, слізного мішка і носослізної протоки (мал. 155, 1). Слізна залоза виділяє рідину – сльози. Вони зволожують очне яблуко, змивають з його поверхні сторонні частки, знешкоджують хвороботворні мікроорганізми. Кількість слізної рідини незначна: щодоби її утворюється приблизно 1 мл. Коли людина плаче, кількість цієї рідини значно зростає.

Ключові терміни і поняття: **зорова сенсорна система, очне яблуко, склера, судинна оболонка ока, рогівка, райдужка, зіниця, кришталик, склисте тіло, сітківка.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення має зір для людини? 2. Які розрізняють оболонки ока і які їхні особливості? 3. Яка будова ока людини? 4. Що собою становить допоміжний апарат ока? 5. Що таке колбочки та палички? Які їхні функції? 6. Які структури ока забезпечують його захист?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть структури, які складають зовнішню оболонку ока: а) кришталик, рогівка; б) райдужка, власне судинна оболонка; в) білкова оболонка, рогівка; г) сітківка, склисте тіло.

2. Укажіть складову ока, яка містить пігмент меланін: а) рогівка; б) зіниця; в) райдужка; г) білкова оболонка.

3. Укажіть функцію зіниці: а) затримує світло; б) заломлює світло; в) регулює кількість світла, що потрапляє до світлочутливих клітин сітківки; г) підтримує внутрішньоочний тиск.

4. Укажіть оболонку ока, в якій розміщені структури, що сприймають світло: а) білкова оболонка; б) судинна оболонка; в) сітчаста оболонка (сітківка).

Обговоріть у групах. Розкрийте функції основних оболонок ока.

Поміркуйте. Чому око порівнюють з фотоапаратом, а сітківку – з фотолабораторією?

§44. ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОКА ЛЮДИНИ. ГІГІЄНА ЗОРУ

Пригадайте складові оптичної та світлосприймальної системи ока.

Які особливості функціонування зорової сенсорної системи людини? Взаємодія різних складових зорової сенсорної системи дає змогу людині спостерігати цілісну й безперервну картину довколишнього світу. Ця картина виникає з окремих зображень, які послідовно змінюють одне одного на сітківці правого й лівого ока.

Рухи правого й лівого ока в той час відбуваються узгоджено. Вони контролюються з боку окорухових центрів стовбура головного мозку, розташованих у ділянці моста й середнього мозку. Людині притаманний так званий ***бінокулярний зір***, оскільки поля зору правого й лівого ока перекриваються. Завдяки цьому ми сприймаємо об'ємне зображення предметів, а також можемо точніше визначати відстань до них.

Сонячні промені – найголовніше джерело світла на нашій планеті – мають різну довжину хвиль. Людина може сприймати промені світла з довжиною хвиль від 400 до 750 нм[1]. Довгохвильові компоненти сонячного спектра ми сприймаємо як червоний колір, а короткохвильові – як синьо-фіолетовий. Між ними в певному порядку розташовані й інші кольори: блакитний, блакитно-зелений, зелений, жовтий, оранжевий. Таке розташування різних кольорів називають ***світловим спектром***. Так, веселка, що утворюється на небі після дощу, – це розкладене на окремі компоненти сонячне світло.

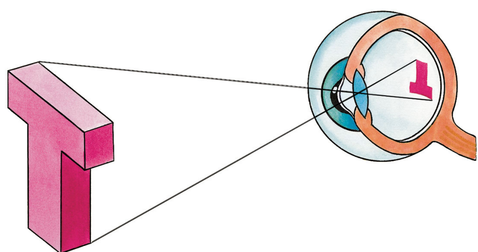
---

[1] нанометр (скорочено – нм) дорівнює одній мільярдній частці метра. Промені, довжина хвилі яких коротша за 400 нм, називають ультрафіолетовими, а з довжиною хвилі понад 750 нм – інфрачервоними. Такі хвилі око людини не сприймає.



Тіла, які нас оточують, здатні частину світлових променів поглинати, а частину – відбивати. Око людини сприймає лише ті кольори, які відбиваються від їхньої поверхні. Якщо тіло відбиває всі хвилі світлового спектра, ми бачимо його білим, а якщо поглинає всі хвилі – чорним.

Перед тим як потрапити на світлочутливі рецептори сітківки, промені світла проходять через оптичну систему ока: рогівку, передню та задню камери ока, заповнені рідиною, кришталик, склисте тіло. При цьому вони заломлюються таким чином, що на сітківці утворюється зменшене та перевернуте зображення предмета, який ми спостерігаємо (мал. 156). Унаслідок аналізу в корі головного мозку інформації, що надходить не тільки від зорового органа, а й від інших органів чуття (слуху, нюху та ін.), людина сприймає предмети в їхньому природному положенні.

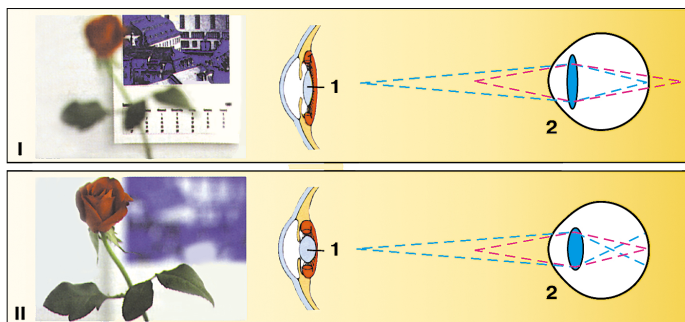


Мал. 156. Утворення зображення на сітківці ока. ***Завдання.*** *Поясніть, чому зображення на сітківці виявляється зменшеним і перевернутим*

Людина не здатна однаково чітко бачити предмети, розташовані на різній відстані. Для того щоб добре бачити певний предмет, промені, які від нього відбиваються, мають зібратися на сітківці. Війковий м’яз, який сполучається з капсулою, що містить кришталик, змінює ступінь її натягу. Коли капсула натягується, кришталик стає плоскішим. Коли капсула розслаблюється, кришталик унаслідок своєї еластичності набуває опуклої форми (мал. 157).



Властивість оптичної системи ока створювати чітке зображення предметів, розташованих на різній відстані, має назву *акомодація*.



Мал. 157. Акомодація ока: розглядання віддалених (I) і близько розташованих (II) предметів; 1 – кришталик; 2 – схема сходження променів. ***Завдання.*** *Поясніть, яким стає кришталик під час розглядання віддалених і близько розташованих предметів*



Найменша відстань від ока, з якої зображення ще сприймається чітко, дістала назву ***найближча точка ясного бачення***. Для дітей і підлітків у нормі вона становить 7–10 см, але з віком, коли кришталик втрачає еластичність і гнучкість, вона зменшується.



Лабораторне дослідження

Визначення акомодації ока *(роботу виконують парами)*

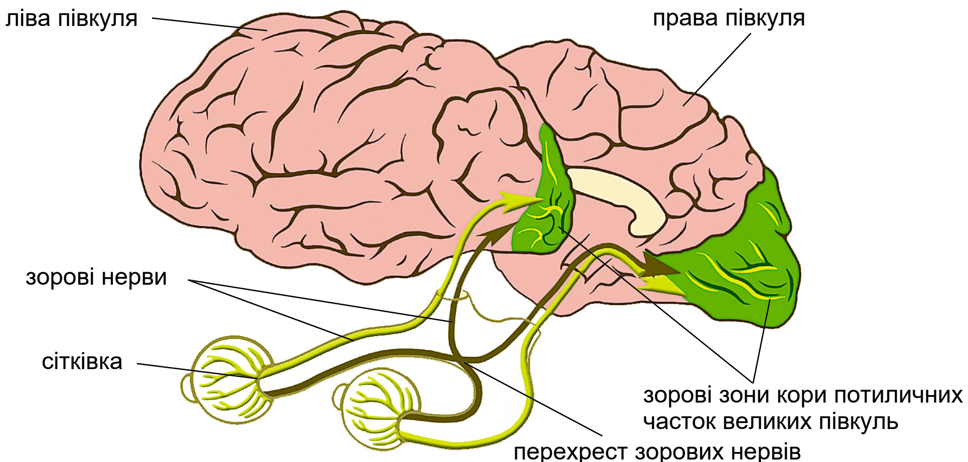
Обладнання: аркуш паперу з отвором і літерами різних розмірів навколо нього.

1. Один учень (експериментатор) чітко пише на дошці текст.
2. Потім він тримає на відстані 10–15 см від очей другого учня (піддослідного) аркуш білого паперу з отвором у ньому та літерами по його радіусу так, щоб їх було чітко видно, а через отвір у папері можна було читати написаний на дошці текст.
3. Піддослідний читає напис на дошці через отвір у папері одним оком, прикривши друге. Потім він переводить свій погляд на літери, написані навколо отвору на аркуші паперу.
4. Зробіть висновки, відповівши на запитання: Якими здаються літери навколо отвору на папері та на дошці?

Промені, які пройшли крізь оптичну систему ока, потрапляють на сітківку, до складу якої входять фоторецептори. Ми вже згадували, що колбочки забезпечують денний і колірний зір, а палички – сутінковий та нічний.

Цікаво знати

Здатність ока бачити предмети за освітлення різної інтенсивності називають ***світловою акомодацією***. Наприклад, коли ви з яскраво освітленого приміщення потрапляєте в темне, то спершу майже нічого не бачите. Але згодом око поступово



Мал. 158. Шлях проходження нервового імпульсу від сітківки в зорову зону кори великих півкуль



починає звикати і вже може сприймати спочатку контури предметів, а потім – їхні деталі. Аналогічні процеси спостерігають і тоді, коли людина з темряви потрапляє в яскраво освітлене приміщення. Спочатку вона нічого не бачить, засліплена й вимушена заплющувати очі. Але поступово нормальний зір відновлюється.

Зорова інформація від рецепторних клітин сітківки зоровими нервами через середній і проміжний мозок передається до зорових зон – потиличних ділянок кори великих півкуль (мал. 158). Там формується остаточне відчуття форми, розмірів, забарвлення предметів, які спостерігає людина.

Які трапляються порушення зору? Яка профілактика їх? Важлива властивість зору – це його гострота. Найбільшу гостроту зору забезпечує жовта пляма. Що далі розташовані рецептори від жовтої плями, то меншу гостроту зору вони здатні забезпечувати.



Гострота зору **– здатність розрізняти дрібні деталі предмета, який роздивляється людина.**



Гостроту зору людини перевіряють ***лікарі-окулісти*** за допомогою спеціальних таблиць, на яких зображено літери чи інші позначення різного розміру. Нормальну гостроту зору позначають 1.0.

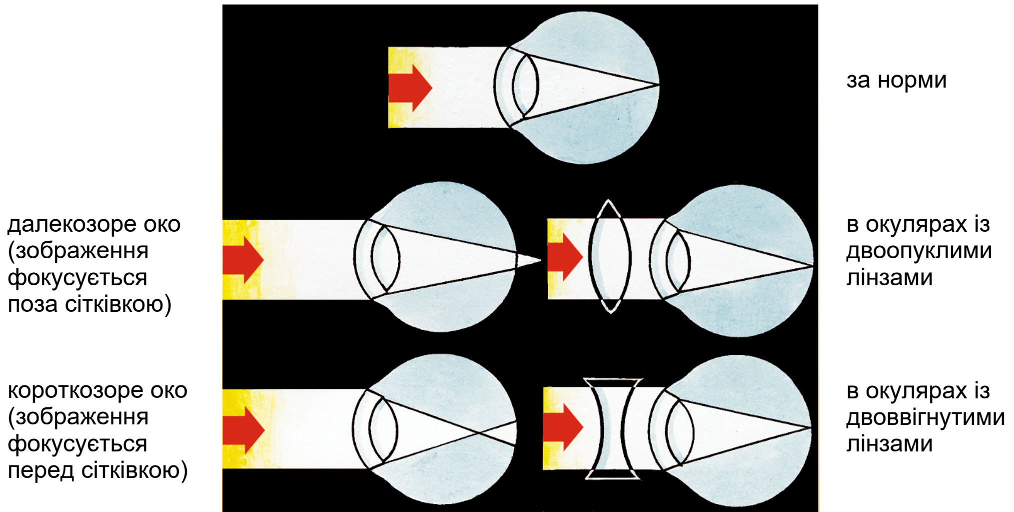
Ще одна важлива особливість зору людини – визначення відстані до об’єкта, на який спрямовано зір, – ***окомір***. Правильний окомір не є вродженою властивістю людини, а виробляється протягом усього життя в результаті постійних тренувань. Він відіграє особливо важливу роль у житті людей певних професій: військових, снайперів, мисливців, пілотів, моряків, художників тощо.

Порушення нормального нічного зору спричиняє захворювання ***куряча сліпота***. Воно полягає в тому, що людина нормально бачить удень, а з настанням сутінок майже перестає бачити навколишні предмети.

Дальтонізм – вроджена вада, пов’язана з порушенням функцій колбочок, унаслідок чого людина не розрізняє певні кольори (люди із дальтонізмом не сприймають червоний, зелений або синій кольори). Такі люди не можуть працювати водіями, пілотами тощо (*поміркуйте чому*).

Порушення акомодаційної здатності кришталика призводить до виникнення короткозорості або далекозорості. Якщо світлові промені, які пройшли через оптичну систему ока, фокусуються перед сітківкою, людина чітко бачить тільки предмети, розташовані неподалік від неї. Таким людям притаманна ***короткозорість*** (мал. 159). Вроджена короткозорість зумовлена збільшеними розмірами очного яблука чи кривизни кришталика, набута – ослабленням війкового м’яза. Це спричиняється перенапруженням очей (тривала робота за комп’ютером, безперервне перебування перед увімкнутим телевізором), читанням лежачи або в транспорті, недостатньою освітленістю робочого місця, нестачею в їжі вітаміну А тощо.

Коли промені фокусуються позаду сітківки, чітке зображення виникає тільки від предметів, розташованих далеко від людини (мал. 159).



Мал. 159. Схема заломлення променів в оці та корекція зору

Так виникає ***далекозорість***. Як і короткозорість, далекозорість може бути вродженою або набутою. Вроджена далекозорість виникає внаслідок недостатньої здатності рогівки чи кришталика заломлювати світло, невеликими розмірами очного яблука. Набута далекозорість може бути зумовлена втратою еластичності кришталика, порушеннями функцій війкового м'яза та ін.

Для виправлення короткозорості використовують окуляри з двоввігнутими лінзами, а далекозорості – з двоопуклими.

У людини може спостерігатись ***косоокість***, за якої порушуються одночасні й співдружні рухи очних яблук. Тоді на сітківці виникає чітке зображення від одного ока і розпливчасте від іншого. Косоокість здебільшого вроджена, але може виникати як наслідок очних захворювань, зокрема короткозорості, далекозорості, за порушення функції очних нервів.

У певних випадках людина може повністю або частково втрачати зір, тобто настає повна або часткова *сліпота*. Вона може виникнути, коли яскраве світло, потрапивши на сітківку, руйнує світлочутливі рецептори. Сліпоту можуть спричинити травми очей або голови, деякі захворювання (наприклад, діабет).



На гостроту зору шкідливо впливають вживання алкоголю, тютюнокуріння, наркоманія та ін. Ці шкідливі звички можуть спричинити відмирання зорового нерва, рецепторних клітин сітківки, помутніння рогівки чи кришталика. Щоб якнайдовше зберегти гостроту зору, дотримуйтеся таких правил:

- робоче місце має бути добре і рівномірно освітлене; джерело світла на робочому столі (наприклад, настільну лампу) розташовуйте ліворуч, на відстані 50–60 см від робочої поверхні;
- не слід читати в транспорті, який рухається, тому що відстань від книжки до очей постійно змінюється; це призводить до зменшення еластичності кришталика; до таких самих наслідків може призводити й читання в ліжку;



- не варто дивитися телевізор або працювати з комп'ютером більше ніж 2 години на добу;
- під час роботи з комп'ютером слід користуватись особливими окулярами, які зменшують шкідливий вплив електромагнітного випромінювання на очі; кожні 30 хв слід робити перерви;
- до складу харчового раціону має обов'язково входити їжа з достатнім умістом вітаміну А.

Важливо запобігати травмуванню очей. Травми очей бувають побутові й виробничі. Побутові травми очей часто пов'язані з необережним користуванням приладами домашнього вжитку, невмілим забиванням цвяхів, рубанням дров тощо. Виробничі травми найчастіше пов'язані з нехтуванням правил техніки безпеки. Це стосується й практичних занять з хімії, фізики та інших навчальних предметів.



Якщо трапиться ушкодження очей, треба вміти вчасно і кваліфіковано надати першу допомогу. Наприклад, коли в око потраплять луг, кислота або отруйна речовина, відразу промийте його чистою проточною водою протягом 15–20 хв, потім негайно зверніться до лікаря. У разі удару прикладіть до ока вату або хустинку, змочену холодною водою. Коли в око потрапить порошинка, промийте його за допомогою чистої ватки або носовичка, зніміть порошинку з повіки. Перед тим добре помийте руки, щоб не занести інфекцію.

У разі тяжкого поранення ока (наприклад, розриву склери) не можна його промивати і намагатися дістати сторонній предмет. На око слід накласти чисту пов'язку і відправити потерпілого до лікарні. Правильно надана допомога відверне тяжкі наслідки травми і допоможе зберегти зір.

Ключові терміни і поняття: **акомодація ока, гострота зору, бінокулярний зір, короткозорість і далекозорість, косоокість, куряча сліпота, дальтонізм.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення має зір для людини? 2. Які функції виконують колбочки та палички? 3. Що таке акомодація? Як вона відбувається? 4. Які можливі порушення зору людини? Яка їх профілактика?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть, яким стає кришталик під час розглядання близько розташованих предметів: а) не міняється; б) опуклішим; в) сплощеним.

2. Укажіть, яким стає кришталик під час розглядання віддалених предметів: а) не міняється; б) опуклішим; в) сплощеним.

3. Виберіть окуляри, які призначає лікар-окуліст за набутої далекозорості: а) з двоввігнутими лінзами; б) двоопуклими лінзами.

4. Позначте захворювання, ознакою якого є виникнення зображення предметів позаду сітківки: а) катаракта; б) косоокість; в) далекозорість; г) короткозорість.

Поміркуйте. 1. Завдяки чому змінюється фокусна відстань під час налагоджування світлового мікроскопа? 2. Як людині, що носить окуляри, користуватися біноклем – з окулярами чи без них?

Творче завдання. З'ясуйте такі питання: Чому саме червоний колір світлофора вибрали для застереження? Якою є дія жовтого і зеленого кольорів на людину? Де ще застосовують кольори як сигнал?

§45. СЛУХОВА СЕНСОРНА СИСТЕМА

Пригадайте будову черепа людини. Що таке носоглотка?

Що таке слух? **Слух** – здатність організму сприймати звукові коливання (звуки). Цю функцію забезпечує **слухова сенсорна система**. Її периферичною частиною є ***вухо*** – один з органів чуття. Слух має велике значення в житті людини, адже без нього неможливе мовне спілкування людей між собою. Завдяки слуху людина спроможна визначати напрямок звуків і їхнє джерело, орієнтуватись у просторі, сприймати інформацію, що надходить із зовнішнього середовища (від інших людей під час розмови, радіо- і телеприймачів та ін.), попереджати про небезпеку тощо.

Звук – це хвильові механічні коливання, які поширюються в різних середовищах (газах, рідинах і твердих тілах). Звукові хвилі поширюються від їхнього джерела з певною частотою й періодичністю. Залежно від цього людина й сприймає ті чи інші звуки.

Частота звуку – кількість періодичних коливань за певний проміжок часу. За одиницю частоти коливань прийнято 1 Герц (Гц) (1 Гц дорівнює частоті коливань з періодом 1 с). Людина зазвичай сприймає звуки із частотою коливань від 16 до 20 000 Гц. Найбільшою є чутливість до звуків із частотою 2000–4000 Гц (так, діапазон голосу людини становить від 150 до 3000 Гц).

Цікаво знати

Частоту нижче ніж 16 Гц називають *інфразвуком*, а понад 20 кГц – *ультразвуком*. Ультразвуки здатні глибоко проникати в тіло людини. Відбиваючись від поверхні тканин, вони можуть давати на спеціальному приладі зображення органів. Пригадайте, цю методику досліджень організму людини називають *ультразвуковою діагностикою* (УЗД).

Характеристиками звуку, крім його частоти, є висота, сила та тембр. ***Висота звуку*** залежить від частоти коливань повітря за 1 с. Високі тони мають найбільшу частоту коливань, а низькі – меншу. ***Сила звуку***, тобто його тиск на барабанну перетинку, вимірюється в децибелах[1] (дБ). У нормі вухо людини може сприймати звуки силою від 1 до 80 дБ.

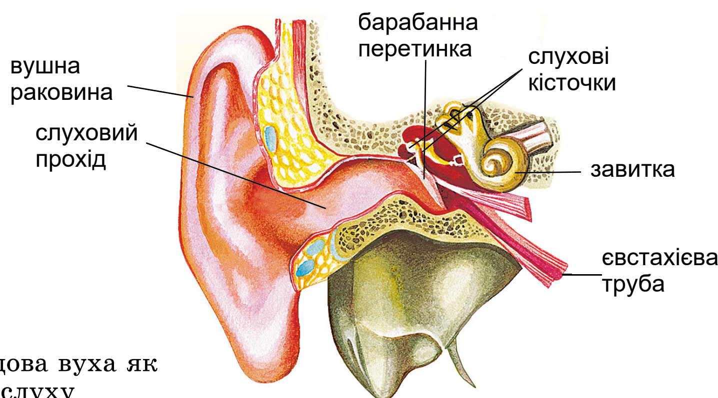
Тембр – це відтінок звуку, його забарвлення. Завдяки тембру людина може відрізняти звуки різних музичних інструментів, навіть якщо вони однакової сили та висоти.

Яка будова слухової сенсорної системи людини? Орган слуху складається з трьох основних відділів: зовнішнього, середнього і внутрішнього вуха (мал. 160).

Зовнішнє вухо складається з вушної раковини і зовнішнього слухового проходу. ***Вушна раковина*** вловлює і спрямовує звукові коливання в ***зовнішній слуховий прохід***. Він має форму лійки завдовжки 2,5–3 см, стінки якої вкрито тоненькими волосками. У стінках зовнішньо-

[1] децибел дорівнює одній десятій бела. Бел – одиниця вимірювання гучності звуку. Назва «бел» походить від прізвища винахідника телефона американця Александера Белла.





Мал. 160. Будова вуха як органа слуху

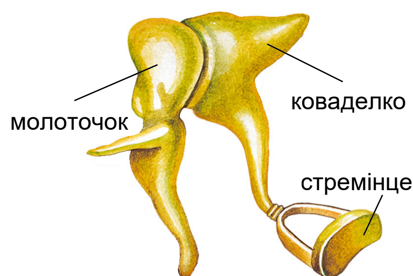
го слухового проходу є спеціальні залози, які виділяють так звану вушну сірку – в'язку речовину жовтуватого кольору. Вона затримує пил і мікроорганізми, що потрапили до зовнішнього слухового проходу. Зовнішнє вухо відокремлене від середнього *барабанною перетинкою* – пружною, округлою пластинкою діаметром приблизно 1 см і завтовшки 0,1 мм. Завдяки пружності вона сприймає коливання повітря, спричинені звуковими хвилями, і без змін передає їх на слухові кісточки середнього вуха.

Середнє вухо починається барабанною перетинкою та включає барабанну порожнину, розташовану у скроневій кістці. Через спеціальний канал – *євстахієву трубу* – барабанна порожнина сполучається з носоглоткою. Через євстахієву трубу зовнішнє повітря може потрапляти в барабанну порожнину. Це потрібно для вирівнювання тиску повітря по обидва боки барабанної перетинки. Якщо створюється різниця між тиском у барабанній порожнині й тиском атмосферного повітря, гострота слуху порушується.

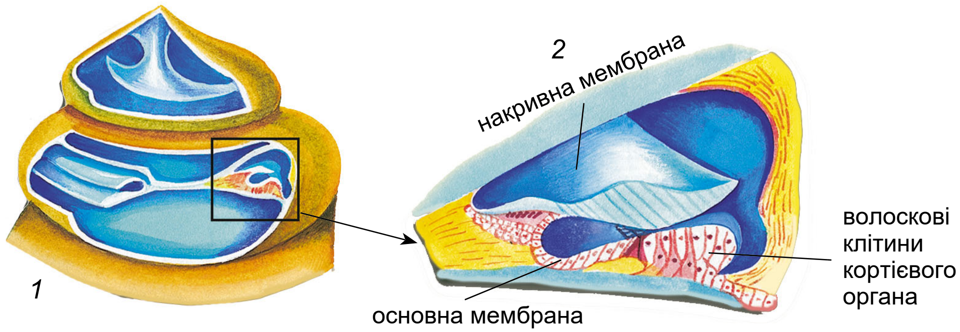


За надто значної різниці в тискові по обидва боки барабанної перетинки вона може зруйнуватися. Це трапляється під час сильних вибухів, пострілів гармат, під час зльоту чи посадки літаків тощо. У цих випадках рекомендують відкривати рот і робити кілька ковтальних рухів. Тоді євстахієва труба відкривається, тиск по обидва боки барабанної перетинки вирівнюється, зникають больові відчуття і відновлюється гострота слуху.

У барабанній порожнині є три *слухові кісточки* (мал. 161), які послідовно й напіврухомо сполучаються між собою: молоточок, коваделко і стремінце. ***Молоточок*** з'єднаний з барабанною перетинкою та ***коваделком***, а коваделко – зі стремінцем. ***Стремінце*** сполучається з перетинкою *овального вікна* – отвору, який веде до внутрішнього вуха. Крім овального вікна, у стінці середнього вуха ще є й *кругле вікно*, також закрите перетинкою. Через овальне та кругле вікна внутрішнє вухо сполучається із середнім.



Мал. 161. Слухові кісточки



Мал. 162. Завитка (1) та її будова (2)

Слухові кісточки утворюють систему важелів, які передають коливання від барабанної перетинки до перетинки овального вікна. Вони повторюють усі коливання барабанної перетинки. Така будова середнього вуха дає змогу сприймати навіть слабкі звуки.

Внутрішнє вухо (або **лабіринт**) – це система порожнин і каналів, заповнених рідиною. Однією із частин внутрішнього вуха є ***завитка*** – спірально закручений кістковий канал (мал. 162). Усередині порожнина завитки поділена двома мембранами на три ходи. Канал завитки заповнений рідиною, яка проводить звукові коливання.

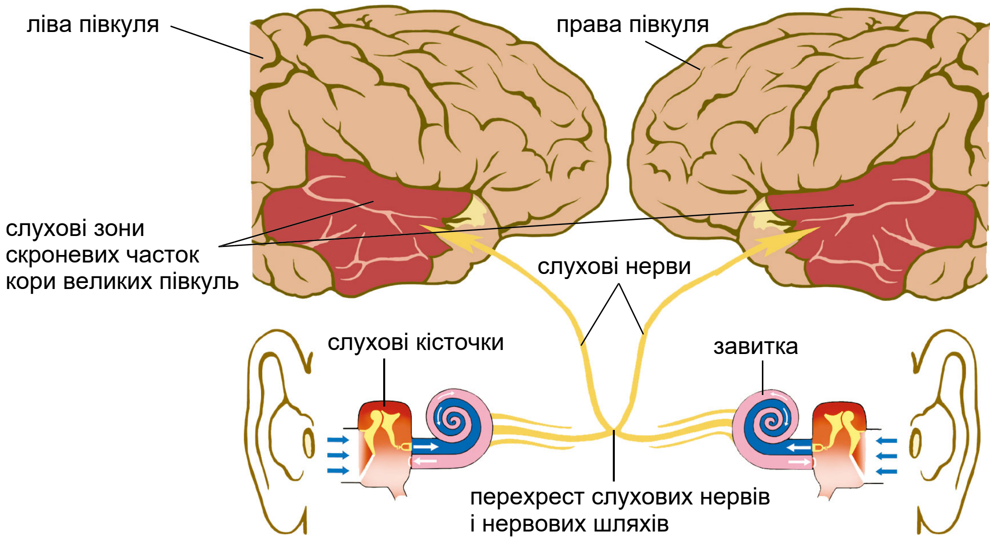
На нижній, або основній, мембрані завитки розташований ***кортіїв орган***[1], який сприймає звуки (тобто рецепторний слуховий апарат). Рецептори кортієвого органа – волоскові клітини, розташовані на основній мембрані, над якими розміщена особлива накривна мембрана. До клітин кортієвого органа підходять відгалуження нервових волокон чутливих клітин. Решта частин внутрішнього вуха бере участь у регуляції положення у просторі, що забезпечується вестибулярним апаратом.

Як функціонує слухова сенсорна система людини? Ви вже знаєте, що звукові хвилі з навколишнього середовища через зовнішній слуховий прохід потрапляють до барабанної перетинки. Завдяки системі слухових кісточок звукові коливання з барабанної перетинки передаються до мембрани овального вікна (звук може передаватись і через кістки черепа). Коливання цієї мембрани далі передаються рідині, що заповнює порожнини внутрішнього вуха, зокрема канали завитки. У свою чергу, коливання рідини спричиняють коливальні рухи основної мембрани.

Волоскові клітини кортієвого органа, торкаючись накривної мембрани, деформуються. При цьому виникає так званий *мікрофонний ефект*: механічні коливання перетворюються на електричні, що мають таку саму частоту. Нервовий імпульс передається волокнами слухового нерва до підкіркових і кіркових центрів слуху. Підкіркові центри слуху розташовані в мості, середньому та проміжному мозку. Остаточно сила, висота і характер звуку, його місцезнаходження у просторі аналізуються у слуховій зоні кори скроневих часток великих півкуль

[1] Названо так на честь італійського вченого Альфонсо Корті (1822–1876), який його описав.





Мал. 163. Шлях, який проходить нервовий імпульс від завитки до слухової зони кори кінцевого мозку

(мал. 163). Отже, функція кортієвого органа – перетворення енергії звукових коливань на енергію нервових імпульсів.

Слухова сенсорна система має важливе значення і для орієнтації людини у просторі. Саме парність органів слуху (лівий і правий) дає змогу точніше визначити локалізацію джерела звуку. Глухій на одне вухо людині для визначення джерела звуку доводиться повертати голову, що не потрібно робити здоровій людині.

Вимірюють чутливість слухової сенсорної системи за допомогою спеціальних приладів. Про найпростіший метод визначення абсолютного порогу слуху ви дізнаєтеся під час виконання лабораторного дослідження.



Лабораторне дослідження

Вимірювання порога слухової чутливості

Обладнання: механічний годинник, сантиметрова лінійка.

Визначте абсолютний поріг слуху за допомогою годинника (роботу виконуйте утрьох). Перший учень сидить на стільці із заплющеними очима. Другий повільно наближає до нього механічний годинник, допоки перший не почує його звук. Третій учень сантиметровою лінійкою вимірює відстань, на якій було почуто звук, від годинника до першого учня.

Які можливі порушення слуху людини? Яка профілактика їх? Постійний надмірний шум, надвисокі та наднизькі звукові коливання тощо спричиняють зниження слуху, а іноді й глухоту. За сильного тиску звукових хвиль (інтенсивністю 120–130 дБ) на барабанну перетинку людина відчуває біль у вухах, згодом може наставати й тимчасова чи повна втрата слуху. Це пов’язане з ушкодженням рецепторних

клітин кортієвого органа і порушенням циркуляції рідини в завитці. До виникнення звукової травми може спричинити і тривалий вплив слабших звуків (інтенсивністю понад 90 дБ).



Найбільше загрожує часткова чи повна втрата слуху людям, які працюють на шумних виробництвах, аеродромах тощо. Тому їм слід користуватись запобіжними пристосуваннями (спеціальні навушники, беруші). Не слід чистити зовнішній слуховий прохід гострими предметами, щоб не ушкодити барабанну перетинку. Порушенням гігієни слуху є часте користування навушниками.

Небезпечним для слухової сенсорної системи є запалення середнього вуха, або ***отит***. Воно може бути спричинене переохолодженням організму або інфекційними захворюваннями (застудою, грипом, ангіною тощо). Захворювання супроводжується сильними болями, підвищенням температури, зниженням рівня слуху.

Під час гучних звуків (наприклад, вибухів), авіаперельотів (якщо літак швидко змінює висоту), унаслідок запалення барабанна перетинка може розірватися. При цьому людина відчуває дзвін у вухах, у неї порушується рівновага, можлива кровотеча, втрата слуху. У разі травмування барабанної перетинки слід обов’язково звернутись до лікаря.

Для збереження слуху треба: дотримуватися режиму праці та відпочинку, вести здоровий спосіб життя, запобігати інфекційним захворюванням та ін. За будь-яких неприємних відчуттів у вусі (біль, шуми, зниження слуху тощо) слід звертатися до лікаря.

Ключові терміни і поняття: **слухова сенсорна система, барабанна перетинка, молоточок, коваделко, стремінце, завитка, кортіїв орган.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення і функції слуху? 2. З яких частин складається слухова сенсорна система? 3. Яка будова зовнішнього вуха? 4. Яку будову має середнє вухо? 5. Які особливості будови внутрішнього вуха? Що таке кортіїв орган? 6. Чому в слуховому проході посилюються звукові коливання? 7. Як звукові хвилі перетворюються на нервовий імпульс? 8. Які основні причини зниження або втрати слуху?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть складові зовнішнього вуха: а) слухові кісточки; б) вушна раковина; в) завитка; г) кортіїв орган.

2. Позначте складові середнього вуха: а) слухові кісточки; б) вушна раковина; в) завитка; г) кортіїв орган.

Установіть правильну послідовність передачі звукової хвилі: а) коливання слухових кісточок; б) коливання барабанної перетинки; в) коливання рідини завитки; г) коливання перетинки овального вікна; д) подразнення слухових рецепторів; е) формування нервових імпульсів.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Розкрийте зв’язок будови слухової сенсорної системи з механізмом сприйняття звуків.

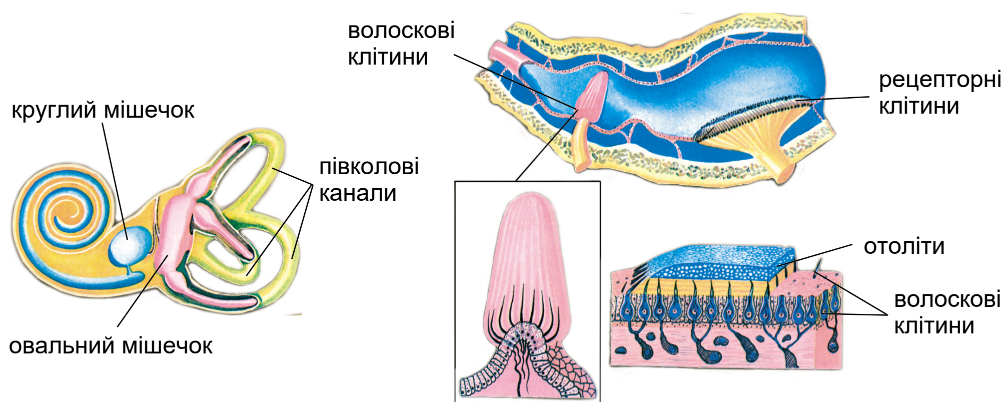
Поміркуйте. 1. Як хвороботворні мікроорганізми можуть потрапити з носоглотки в середнє вухо? 2. Чому захворювання вуха, горла та носа лікує один і той самий лікар – отоларинголог.



§46. СЕНСОРНІ СИСТЕМИ РІВНОВАГИ, РУХУ, ДОТИКУ, ТЕМПЕРАТУРИ, БОЛЮ

Пригадайте, що таке сила земного тяжіння; що таке температура. Яка будова головного мозку людини? Що таке ядра головного мозку? Що таке соматична та вегетативна нервова система? Що таке симпатична та парасимпатична вегетативна нервова система?

Яка будова і функції сенсорної системи рівноваги? Для нормального функціонування нашого організму важливо контролювати його положення в просторі. Функцію сприйняття та регуляції положення тіла в просторі забезпечує ***вестибулярний апарат***, який є периферичною частиною **сенсорної системи рівноваги**. Він складається з ***овального*** і ***круглого мішечків*** внутрішнього вуха і трьох ***півколових каналів*** (*завдання:* уважно розгляньте малюнок 164 і знайдіть на ньому складові вестибулярного апарату).

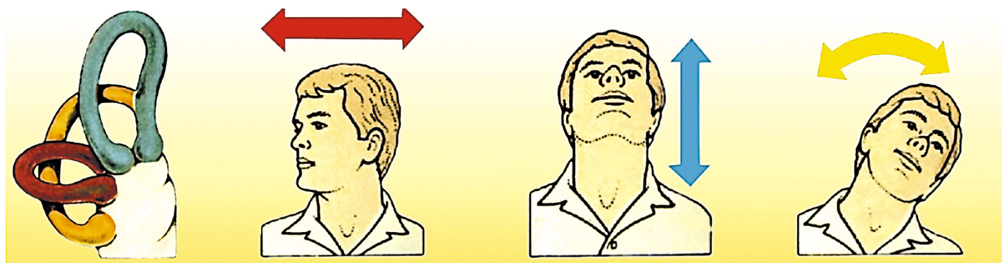


Мал. 164. Схема будови вестибулярного апарату

Усередині півколові канали і мішечки заповнені драглистою речовиною. На внутрішній поверхні мішечків і розширень півколових каналів є рецептори – волоскові клітини, від яких відходять нерви. Крім волоскових клітин, занурених у драглисту речовину, до складу вестибулярного апарату входять особливі кристалики з кальцій ортофосфату так звані *отоліти* (розташовані в округлому та овальному мішечках).

Півколові канали розміщені в трьох взаємно перпендикулярних площинах, що дає змогу сприймати простір у трьох його вимірах. Кожен канал сполучається з овальним мішечком. За допомогою півколових каналів ми визначаємо зміни напрямку руху, обертальні прискорення або сповільнення.

Як функціонує сенсорна система рівноваги? Будь-які зміни рівноваги тіла подразнюють рецептори вестибулярного апарату. Так, за змін положення тіла чи голови отоліти своєю масою тиснуть на драглисту речовину. Цей тиск передається волоскам рецепторів, згинаючи їх. У результаті цього виникає збудження, яке передається до центрів



Мал. 165. Зміни в органі рівноваги під час різних положень голови та тіла

рівноваги головного мозку. У відповідь на це скорочуються чи розслаблюються відповідні групи м'язів.

Мембрани овального й округлого мішечків розташовані в різних площинах. За нормального положення голови в овальному мішечку мембрана займає горизонтальне положення, а в округлому – майже вертикальне. Якщо людина тримає голову рівно, тоді речовина півколових каналів рівномірно тисне на волоски вестибулярних рецепторів і збуджує їх. Якщо людина повертає голову, рідина півколових каналів зміщується в бік, протилежний рухові (мал. 165), і відповідно нахиляє волоски вестибулярних рецепторів.

Нервові волоконця, які беруть початок від рецепторів вестибулярного апарату, переплітаючись, утворюють вестибулярний нерв. Він проводить нервові імпульси від цих рецепторів до моста, мозочка, проміжного мозку та відповідних зон скроневої частки кори великих півкуль. Там відбувається остаточний аналіз та синтез отриманої від вестибулярного апарату інформації.

Вестибулярний апарат пов'язаний і з вегетативною (автономною) нервовою системою. Люди з підвищеною збудливістю вестибулярного апарату погано витримують польоти літаком, морські подорожі, тривалі поїздки автотранспортом. У них спостерігають тривале і сильне подразнення рецепторів вестибулярного апарату. Збудження передається на нервові центри, що регулюють діяльність внутрішніх органів. У результаті виникають рефлекторні реакції (зблідднення, напади нудоти чи блювання, кволість, запаморочення). Такий стан людини називають ***захитуванням***, або морською хворобою (уперше такі симптоми спостерігали під час морських подорожей). Після припинення поїздки ці неприємні відчуття минають.

Цікаво знати

Поясненням виникнення морської хвороби є те, що вестибулярний центр розміщений недалеко від центрів дихання, кровообігу, травлення. Тому збудження з вестибулярного центру передаються на сусідні і спричиняють згадані нездужання.



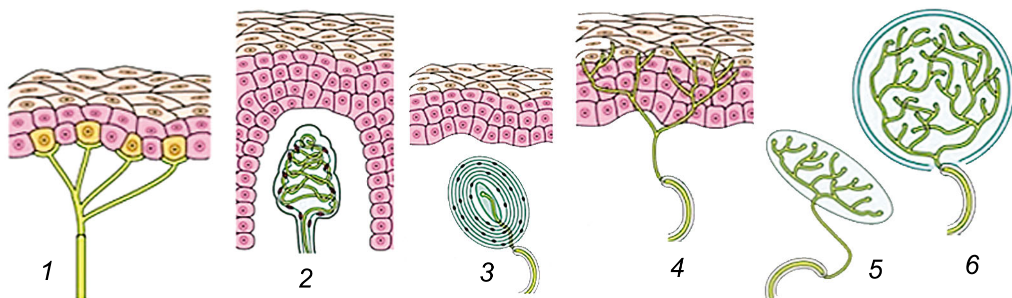
Підвищити стійкість вестибулярного апарату до дії незвичних факторів можна спеціальними фізичними вправами з різними обертаннями, швидкими поворотами. Тому пілоти надзвукових літаків чи космонавти проводять тривалі тренування перед польотами. Відомо, що дітям подобається гойдатися на гойдалках. Це природна потреба розвивати вестибулярний апарат.



До розладів у роботі вестибулярного апарату призводять травми головного мозку, вживання наркотичних речовин та алкоголю.

Що таке рухова сенсорна система? Крім вестибулярного апарату, положення всього тіла й окремих його частин контролюють рецептори, розташовані у шкірі, м'язах, сухожиллях, суглобах тощо. Це периферична частина **рухової сенсорної системи.** Під час зміни положення певної частини тіла (згинання і розгинання рук, нахили голови тощо) збуджуються відповідні групи рецепторів. Вони сигналізують нервовій системі про ступінь напруження м'язових волокон, про положення суглобів і різних частин тіла у просторі. Імпульси від цих рецепторів прямують до відповідних ділянок кори великих півкуль.

Завдяки чому ми відчуваємо дотик, температуру, біль? Розрізняють чотири основних види ***шкірної чутливості***: відчуття дотику та тиску, болю, тепла, холоду. Їх забезпечують відповідні рецептори (мал. 166).



Мал. 166. Різноманітні рецептори шкіри: 1, 2 – дотику; 3 – тиску; 4 – болю; 5 – теплові; 6 – холодові

Рецептори **сенсорної системи дотику** та **тиску** розташовані на поверхні шкіри або пов'язані з волосяними сумками. Вони реагують на розтягнення шкіри чи зміну положення волосків. Найбільше рецепторів дотику розміщено на долонях і кінчиках пальців. Саме тому сліпі люди, у яких підвищена дотикова чутливість, аналізують предмети, обмацуючи їх руками. Збудження, яке виникає в рецепторах дотику, нервами надходить до тім'яних часток кори великих півкуль у зону шкірно-м'язового чуття (мал. 167). Тут формуються відчуття предметів, до яких доторкається людина.

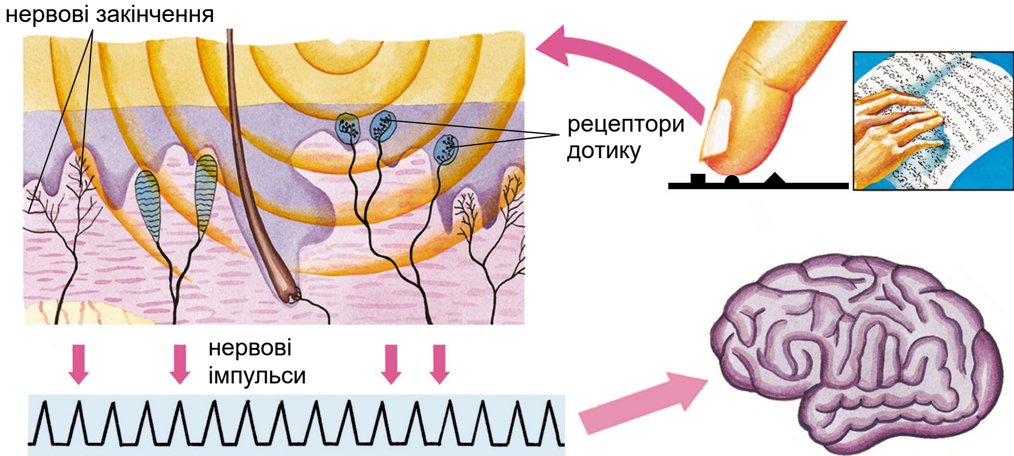
Відчуття, які формуються в корі великих півкуль, найчастіше є результатом взаємодії центральних відділів різних сенсорних систем.

Біль людина сприймає внаслідок подразнення рецепторів, які містяться у шкірі та внутрішніх органах. Вони входять до складу периферичного відділу **сенсорної системи болю**.

Больові сигнали від рецепторів через підкіркові центри, розташовані в таламусі (*пригадайте*, це структура проміжного мозку), надходять у зону шкірно-м'язового чуття великих півкуль. Вони дають змогу організмові миттєво зреагувати на небезпеку, що загрожує.

Цікаво знати

Часто біль сигналізує про початок певних захворювань або небезпечні зовнішні впливи (вогонь, гострі предмети, їдкі речовини тощо). Больові відчуття можна зни-



Мал. 167. Схема будови дотикової сенсорної системи. ***Завдання.*** *Проаналізуйте шлях передачі нервового імпульсу та формування інформації*

зити штучно, використовуючи знеболювальні препарати. За їхньою допомогою в медицині штучно здійснюють ***анестезію*** – тимчасову втрату чутливості (зокрема, під час хірургічних операцій). Проблему знеболювання під час хірургічних операцій вперше запропонував розв'язати український хірург Микола Іванович Пирогов (мал. 168).



Мал. 168. М.І. Пирогов (1810–1881)

Зміни температури, як в довкіллі, так і всередині тіла, сприймають рецептори, що входять до складу **температурної сенсорної системи**. Одні з них збуджуються під впливом холоду, інші – тепла. Крім шкіри, ці рецептори розміщені також на слизових оболонках.

Рецептори, які сприймають холод і тепло, здатні адаптуватись, тобто пристосовуватися до змін температури навколишнього середовища. Так, якщо опустити руку в холодну воду (+10 °С), то відчуття холоду через певний час зникає. Якщо руку перенести у воду, температура якої вище на 1–2 °С, то спочатку виникає відчуття тепла, яке також згодом минає. Саме на цій властивості базується здатність організму до загартовування.

Ключові терміни і поняття: **вестибулярний апарат, рухова сенсорна система, сенсорні системи дотику, температури, болю.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яку будову має вестибулярний апарат? Які функції він виконує? 2. Як можна тренувати вестибулярний апарат? 3. Які рецептори містяться у шкірі і які основні їхні функції? 4. Як ми сприймаємо дотик? 5. Яке значення для людини має температурна чутливість? 6. Що таке біль? Яке його значення?



Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть складову вуха, в якій міститься вестибулярний апарат: а) зовнішнє вухо; б) середнє вухо; в) внутрішнє вухо.

2. Виберіть сенсорну систему, до якої належить вестибулярний апарат: а) слухова; б) зорова; в) рухова; г) рівноваги.

Обговоріть у групах. Розкрийте взаємозв'язок будови та функції вестибулярного апарату.

Поміркуйте. Чому в результаті загартовування знижується відчуття холоду?

Виконайте ***дослідницький практикум.***

Дослідження температурної адаптації рецепторів шкіри

Обладнання: три посудини з водою, температура якої +10 °С, +25 °С, +40 °С.

1. Налийте у три посудини воду температурою +10 °С, +25 °С, +40 °С.
2. Опустіть праву руку в першу посудину, температура води в якій +10 °С, а ліву – в третю посудину, де температура води +40 °С.
3. Потім обидві руки опустіть у середню посудину, температура води в якій +25 °С. Що відчуваєте? Чому?

§47. СЕНСОРНІ СИСТЕМИ НЮХУ ТА СМАКУ. РЕЦЕПТОРИ ВНУТРІШНІХ ОРГАНІВ

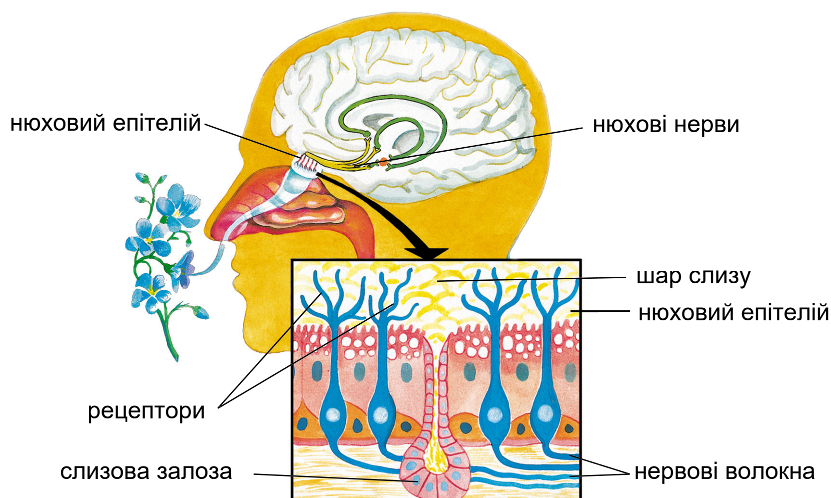
Пригадайте, що таке рецептори. Яка будова головного мозку людини?

Завдяки чому ми здатні сприймати запахи? Ми сприймаємо запахи завдяки ***нюху***. Здатність людини сприймати запахи ґрунтується на тому, що молекули летких сполук діють на рецепторні клітини, які є периферичною частиною **сенсорної системи нюху**.

Нюх відіграє важливу роль у житті людини: за запахом ми можемо відрізнити їстівні об'єкти від неїстівних (наприклад, несвіжі, що втратили їстівні якості і загрожують нашому здоров'ю). Запахи впливають на емоційний настрій людини: одні з них (запахи квіток, якісних парфумів, лісового чи морського повітря) поліпшують настрій, сприяють підвищенню працездатності, інші (сірководень (гідроген сульфід), запах поту тощо) – погіршують.

Нюхові рецептори (хеморецептори) розташовані в слизовій оболонці верхньої та частково середньої носових раковин, а також у частині носової перегородки (мал. 169). Від верхньої поверхні цих клітин відходить дендрит, який має короткі війки. Ці війки заглиблені в шар слизу, що вкриває нюховий епітелій. Вони збільшують поверхню контакту з молекулами летких сполук. Одна з функцій слизу – захист клітин від пересихання: якщо слизова носової порожнини пересихає, здатність сприймати запахи знижується або взагалі зникає.

Молекули пахучих речовин надходять до рецепторних клітин або через ніздрі (під час вдиху), або з ротової порожнини. Таким чином, споживаючи їжу, ми відчуваємо не лише її смак, а й запах. Молекули летких речовин взаємодіють з мембраною рецепторних клітин, збуджуючи їх. Так виникають нервові імпульси. Від основи цих клітин відходять довгі аксони. Вони входять до складу нюхових нервів, по яких нервові імпульси прямують до ділянок кори лобових і скроневих часток півкуль. Там остаточно аналізуються нюхові подразнення. До



Мал. 169. Схема будови нюхової сенсорної системи. ***Завдання.*** *За малюнком простежте шлях збудження в нюховій сенсорній системі*

підкіркових центрів, що беруть участь в обробці нюхової інформації, належать ядра гіпоталамуса.

Отже, сенсорну систему нюху складають: нюхові рецептори, нюховий нерв, підкіркові й кіркові центри нюху в головному мозку. Вона надзвичайно чутлива – деякі запахи сприймаються навіть тоді, коли у вдихуваному через ніс повітрі наявна лише одна молекула пахучої речовини на 30 млрд інших.

Як визначають гостроту нюху? *Гостроту нюху* визначають за найменшою концентрацією речовини, яка спричинює відчуття запаху. Її вимірюють за кількістю молекул пахучої речовини в 1 см^3 повітря.

Цікаво знати

Нюхова система швидко звикає до запаху. Якщо людина заходить до кімнати з певним запахом, то через деякий час перестає його відчувати. На гостроту нюху впливає температура та вологість. Оптимальна температура для сприйняття запахів +30 °C.

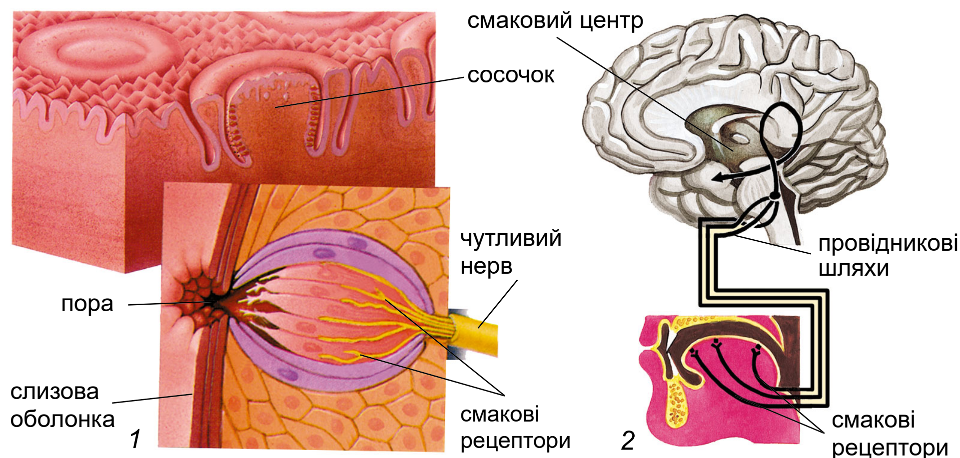
Яке значення для людини має відчуття смаку? **Смак** – сприйняття смакових властивостей речовин, які потрапляють на рецептори ротової порожнини та на поверхню язика. Крім того, вони є на поверхні м’якого піднебіння та на задній стінці глотки.

Рецептори смаку розміщені у ***смакових цибулинах***, які входять до складу виростів слизової оболонки язика – *сосочків* (мал. 170, 1).

Смакові відчуття дають змогу визначити якість їжі та питної води, збуджують апетит, сприяючи виділенню травних соків і перетравленню їжі. Для того щоб певні сполуки могли подіяти на смакові рецептори, вони мають бути розчинені в слині чи воді. Суха поверхня язика не здатна розпізнавати смакові якості сполук.

Через пору, розташовану на поверхні сосочка, молекули речовин, що потрапили до ротової порожнини, проникають усередину невеликої





Мал. 170. 1. Будова смакової цибулини. 2. Схема будови смакової сенсорної системи. ***Завдання.*** *За малюнком простежте шлях збудження у смаковій сенсорній системі*

камери, заповненої рідиною. На її дні є смакові рецептори. Молекули взаємодіють з рецепторними клітинами, подразнюючи їх. Рецептори смаку, як і рецептори нюху, належать до хеморецепторів. Рецепторні клітини передають збудження на периферичні відростки чутливих клітин, розташованих у вузлах черепно-мозкових нервів. Потім смакова інформація по декількох нервах надходить до структур центральної нервової системи: довгастого мозку та смакового ядра моста. Далі вона прямує до ядер таламуса та скроневих ділянок кори великих півкуль (мал. 170, 2). Саме там формується сприйняття смакових якостей їжі і питної води. Смакові рецептори, нерви, а також смакові зони центральної нервової системи складають **сенсорну систему смаку.**

Людина здатна розпізнавати чотири основних смаки: солодкий, кислий, гіркий і солоний. На поверхні язика виявлено зони специфічної чутливості. Так, рецептори, які сприймають гіркий смак, розташовані переважно біля основи язика, солодкий – на верхівці, кислий і солоний – на бічних частинах (кислий – ближче до основи, солоний – ближче до верхівки). При цьому смакові зони певним чином перекриваються. У середній частині язика смакових рецепторів немає.

Відчуття смаку залежить від концентрації речовини. Так, звичайна кухонна сіль за низької концентрації здається солодкою і лише, коли її концентрація зростає, відчувається солоною.

Цікаво знати

Виникають і змішані смакові відчуття: наприклад, смак дозрілого апельсина сприймається як кисло-солодкий, а грейпфрута – як солодко-гіркий.

Для сприйняття смакових відчуттів важливе значення має температура їжі. Так, висока або низька її температура знижує смакові відчуття: при споживанні гарячого чаю із цукром він спочатку здається несолодким. Найсприятливішою температурою для розпізнавання смакових якостей їжі вважають +20 °С...+24 °С.

Смакова сенсорна система відіграє важливу роль у житті людини: вона забезпечує перевірку смакових властивостей їжі, впливає на процеси травлення, стимулюючи чи гальмуючи виділення травних соків. Розпізнавання смаків впливає й на емоційну сферу людини: солодкі сполуки (наприклад, ласощі) сприяють піднесенню настрою, гіркі – навпаки.

Мінімальна концентрація речовин, за якої людина може визначити її смак, має назву *смаковий поріг*. Він неоднаковий для різних хімічних речовин.

Цікаво знати 

Для цукру смаковий поріг становить 0,01 моль/л, для кухонної солі – 0,05, лимонної кислоти – 0,009, а хініну – 0,000008 моль/л. Таким чином, ми найчутливіші до гіркого, менш чутливі до кислого та однаковою мірою сприймаємо солодке і солоне.



Вища чутливість до гірких сполук пов'язана з тим, що багато отруйних сполук мають гіркий присмак. Тому гіркий присмак може сигналізувати про небезпеку. Сильні гіркі подразники спричиняють напади нудоти чи блювоти. Ці захисні реакції запобігають потраплянню небезпечних сполук до організму.

Оскільки нюховий і смаковий нервові центри в корі великих півкуль розташовані поруч, на визначення якості їжі впливають її запах і смак. Коли закладено ніс під час нежитю, смакові відчуття порушуються. Отже, смакова сенсорна система разом з нюховою беруть участь у регуляції травлення, обміну речовин і поведінки людини.

Ключові терміни і поняття: **нюхова сенсорна система, гострота нюху, смакова сенсорна система, смаковий поріг.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення для людини має запах? 2. Яке значення має відчуття смаку? 3. Як людина сприймає запахи? 4. Як виникає відчуття смаку? 5. Як взаємодіють сенсорні системи нюху та смаку? 6. Які функції рецепторів внутрішніх органів?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Позначте агрегатний стан речовини, у якому сприймається її запах: а) газоподібний; б) рідкий; в) твердий.

2. Виберіть орган ротової порожнини, який містить різні смакові рецептори: а) зуби; б) язик; в) слинні залози; г) піднебіння.

3. Укажіть частину язика, де розташовані рецептори, які розрізняють смак солодкого: а) кінчик; б) корінь; в) краї; г) кінчик і краї.

Обговоріть у групах. І група. Розкрийте особливості нюхової сенсорної системи. ІІ група. Розкрийте особливості смакової сенсорної системи.

Поміркуйте. 1. Чим відрізняється поведінка людини, коли вона відчуває приємний запах і коли – неприємний? 2. Чому ми не можемо визначити смак гарячої їжі? 3. Чому під час нежитю погано розрізняють смак їжі?

Розв'яжіть задачу. Мінімальна концентрація цукру, що створює відчуття солодкого смаку, становить 0,01 моль/л. Полічіть і вкажіть, скільки грамів цукру потрібно розчинити у склянці чаю (200 мл), щоб відчути смак солодкого.



Тема 10

ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Відомий грецький філософ Сократ (4–5 ст. до нашої ери) висловив девіз «Пізнай самого себе». Чи можна пізнати себе? Які знання потрібні для цього? Чому люди такі різні за характером, темпераментом, ставленням до роботи?

§48. ПОНЯТТЯ ПРО ВИЩУ НЕРВОВУ ДІЯЛЬНІСТЬ. ПРИРОДЖЕНІ МЕХАНІЗМИ ПОВЕДІНКИ ЛЮДИНИ

Пригадайте, що таке безумовні та умовні рефлекси, інстинкти. Що таке адаптації? Що таке ядра головного мозку?

Що таке вища нервова діяльність? Людина як біосоціальна істота постійно пристосовується до умов середовища, у якому живе. Крім природних впливів (зміни інтенсивності дії температури, тиску, рівня освітленості, вологості повітря тощо), їй доводиться стикатися й із соціальними чинниками (співіснування в різних соціальних групах: сім'ї, школі тощо). Відповідно людина постійно змінює свою поведінку, для того щоб задовольнити потреби в підтриманні життєдіяльності та свого соціального становлення. Біологічно доцільні реакції організму людини на дію подразників зовнішнього і внутрішнього середовища забезпечують три пристосувальні механізми: безумовні (вроджені) рефлекси, умовні (набуті) рефлекси і розумова діяльність.



Мал. 171. І.М. Сєченов (1829–1905)

Ідею про те, що вся психічна діяльність людини є рефлекторною, уперше висловив 1863 року видатний учений-фізіолог І.М. Сєченов (мал. 171). На початку XX ст. її експериментально підтвердив І.П. Павлов (див. мал. 61).

Безумовно- та умовно-рефлекторна діяльність людини взаємопов'язані й разом становлять вищу нервову діяльність. Вона є функцією кори великих півкуль та підкіркових ядер.



Вища нервова діяльність – це сукупність взаємопов'язаних нервових процесів, що відбуваються в корі та підкіркових центрах головного мозку і забезпечують досконалі пристосування людини до мінливих умов існування.

Сукупність реакцій організму, спрямованих на встановлення життєво необхідних зв'язків з навколишнім середовищем, називають _поведінкою_.

У людини вища нервова діяльність вирізняється складністю і багатогранністю проявів. Умовно її можна поділити на три групи:

- *інтелектуальні процеси*, які зумовлюють пізнавальну діяльність людини;
- *емоційні процеси*, завдяки яким виявляється ставлення людини до навколишніх явищ та об'єктів, самої себе та інших людей;
- *вольові процеси*, які забезпечують цілеспрямованість діяльності людини.

Яка роль безумовних рефлексів у поведінці людини? Ви вже знаєте, що ***безумовні рефлекси*** – спадкові та майже не змінюються протягом життя. У здійсненні їх беруть участь спинний мозок, стовбур і підкіркові ядра головного мозку, де розміщені нервові центри безумовних рефлексів. Ці рефлекси контролює кора великих півкуль. Подразники, які зумовлюють ці рефлекси, називають ***безумовними***.



Подразники – це будь-які впливи, здатні спричиняти біологічні реакції живих клітин, тканин та органів, зміни їхніх структур і функцій. Такі реакції називають *подразненням*.

Подразники діють на рецептори. Вони бувають *зовнішніми* (різноманітні зміни умов довкілля – світлові, температурні, хімічні, звукові, механічні тощо) та *внутрішніми* (зміни складу та властивостей внутрішнього середовища біологічних систем, механічні подразнення внутрішніх структур організму).

Безумовні рефлекси в людини відіграють провідну роль у забезпеченні реакцій організму відразу після народження. У подальшому вони стають підґрунтям для утворення умовних рефлексів.

Безумовні рефлекси проявляються однаково в кожної людини і забезпечують її пристосування до умов життя.

Які розрізняють основні види безумовних рефлексів? До основних видів безумовних рефлексів належать дихальні, харчові, хапальні, захисні, орієнтувальні та статеві.

Дихальні рефлекси – це рефлекторні дихальні рухи, що забезпечують вдих і видих. ***Харчові рефлекси*** – смоктальний, виділення травних соків, жування, ковтання. ***Хапальні рефлекси*** спостерігають у новонароджених (мал. 172). Для дітей хапальний рефлекс не має великого значення, але для мавп він дуже важливий, тому що дає змогу схоплювати їжу, пересуватися кронами дерев тощо.

Захисні рефлекси забезпечують захист організму від дії різних чинників: відсмикування руки від гострого предмета, кашель і чхання в разі потрапляння в дихальні шляхи сторонніх часточок, мигання, зіничний рефлекс тощо. Дослідіть зіничний рефлекс, виконавши лабораторне дослідження.



Мал. 172. Хапальний рефлекс у немовляти



 *Лабораторне дослідження*

Визначення реакції зіниць на світло

Обладнання: лампа-освітлювач із рефлектором.

1. Прикрийте на 3–5 с одне око долонею, а потім швидко відведіть руку, спрямовуючи в око світло. Спостерігайте, як змінюється діаметр зіниці під час освітлювання ока.

2. Знову прикрийте око долонею. Через 30 с зверніть увагу на діаметр зіниці.

3. Зробіть висновок, як змінився діаметр зіниці при освітленні й після нього. Чому? Яке це має значення?

Багато безумовних рефлексів проявляються не відразу після народження, а тільки через певний час. Наприклад, ***орієнтувальний рефлекс***, або *рефлекс «що таке?»*, – це відповідь на нові або біологічно важливі (світло, звук та інші) подразники. Він виникає щоразу, коли з'являється несподіваний або новий подразник, і людина на нього реагує повертанням голови, шукаючи джерело подразника.



Сукупність послідовних безумовних рефлексів, що виникають на подразнення зовнішнього і внутрішнього середовища організму і визначають забезпечення певної життєвої функції, називають інстинктом.

Інстинкти в людини можуть проявлятися по-різному, залежно від її внутрішніх потреб, конкретної ситуації, змінюватися з віком. Наприклад, інстинкт самозбереження може проявлятися як втечею від небезпеки, обережною поведінкою, так і агресією. Материнський інстинкт – потреба матері дбати про дитину та захищати її. Інколи він сильніший за інстинкт самозбереження.

Ключові терміни і поняття: **вища нервова діяльність, поведінка людини, безумовні рефлекси, інстинкти.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке вища нервова діяльність? 2. Які особливості поведінки людини? 3. Які основні безумовні рефлекси ви знаєте? Яке вони мають значення? 4. Що таке інстинкти? Яке вони мають значення в житті людини?

Виберіть одну правильну відповідь

Виберіть правильне твердження: 1) багато безумовних рефлексів виявляються не відразу після народження, а тільки через деякий час; 2) на основі безумовних рефлексів здійснюються регуляція та узгоджена діяльність різних органів; а) правильне перше твердження; б) правильне друге твердження; в) обидва твердження правильні; г) обидва твердження неправильні.

Обговоріть у групах. Схарактеризуйте вищу нервову діяльність людини.

Творче завдання. Пригадайте з курсу біології 7-го класу особливості поведінки ссавців. Що спільного та відмінного в ній та в поведінці людини (на конкретному прикладі)? Чи можна помітити прояви вищої нервової діяльності у комах (наприклад, медоносної бджоли)?

§49. УМОВНІ РЕФЛЕКСИ. ФОРМУВАННЯ ПОВЕДІНКОВИХ РЕАКЦІЙ ЛЮДИНИ

Пригадайте, що таке рефлекси, інстинкти. Які рефлекси називають орієнтувальними? Які нейрони називають чутливими, руховими, вставними?

Які умови формування умовних рефлексів? ***Умовні рефлекси*** утворюються в процесі життя зазвичай на основі безумовних під впливом певних чинників зовнішнього середовища. Подразники, які спричиняють формування цих рефлексів, називають ***умовними***. З віком у людини кількість утворених умовних рефлексів зростає, при цьому накопичується певний досвід.

І.П. Павлов довів утворення умовних рефлексів на базі безумовних у дослідах над собаками. Він вивчав рефлекторну регуляцію слиновиділення: коли тварині давали їжу, то спостерігали виділення слини – прояв безумовного харчового рефлексу. Потім за 30 с до годування перед твариною вмикали світло (електричну лампочку), на яке собака реагувала повертанням до світла голови (безумовний орієнтувальний рефлекс). Оскільки на цьому етапі досліду світло було ***байдужим подразником*** для виділення слини, то до моменту прийняття їжі вона не виділялася. Після кількох поєднань ввімкнення світла і наступним годуванням світло перетворилося на ***умовний подразник***: коли його вмикали, спостерігали виділення слини. Таким чином, умовний рефлекс утворився на базі безумовного: байдужий подразник (світло) при повторенні його перед годуванням (безумовний подразник) став умовним.

Які властивості умовних рефлексів? ***Умовні рефлекси є індивідуальними***, тобто в кожної особини формуються протягом усього життя незалежно від інших особин.

Умовні рефлекси не є постійними: за зміни умов зовнішнього середовища одні з них можуть зникати, а інші – виникати. Отже, людина може позбутися тих умовних рефлексів, які втратили своє значення за нових умов. Натомість формуються нові, що забезпечують адаптації до таких змін.

Для утворення умовного рефлексу потрібна дія байдужого подразника, а також обов'язкове виконання таких умов:

- дія умовного подразника має передувати дії безумовного; певний час їхня дія має збігатися;
- сила дії та біологічне значення умовного подразника повинні бути слабшими, ніж безумовного;
- умовний подразник має неодноразово підкріплюватися дією безумовного;
- потрібно періодично повторювати дію умовного рефлексу для його закріплення.

Фізіологічний механізм виникнення умовного рефлексу виділення слини у собаки в досліді І.П. Павлова можна пояснити так. На початку збудження від смакових рецепторів язика під час годування собаки надходило до центрів смакової чутливості, розташованих як у відділах стовбуру головного мозку, так і в корі великих півкуль. Після аналізу та перетворення збудження із центрів смакової чутливості через вставні нейрони воно передавалося на центр слиновиділення, а звідти – до



слинних залоз, які виділяли слину. Ця діяльність безумовно-рефлекторна. Коли ж вмикали лампочку (умовний подразник), збудження від фоторецепторів у сітківці ока передавалося у відповідні підкіркові центри, а звідти – у зорові центри в потиличних ділянках кори великих півкуль головного мозку.

За періодичного повторення поєднання безумовного (їжа) та умовного (світло) подразників, збудження, яке виникало внаслідок дії умовного подразника, передавалося до нервового центру безумовного рефлексу слиновиділення ще до прояву дії безумовного подразника. Оскільки інтервал між дією умовного і безумовного подразників незначний, то між відповідними нервовими центрами утворювався ***тимчасовий нервовий зв'язок***. Завдяки цьому збудження із центру зору потрапляє до центру травлення, а потім – до слинних залоз, що й спричиняло виділення слини у відповідь на світло без подачі їжі.

У людини умовні рефлекси утворюються не тільки у відповідь на конкретні сигнали (шкільний дзвінок), а й на почуті або прочитані слова, цифри, малюнки. Наприклад, у людини, яка колись куштувала лимон, навіть словесна згадка про нього спричиняє слиновиділення. У цій умовно-рефлекторній реакції бере участь ще й пам'ять, оскільки інформацію про смак лимона закарбовано в корі великих півкуль.



Стійке закріплення в корі великих півкуль певної послідовності умовно-рефлекторних реакцій називають *динамічним стереотипом*.

Для виникнення динамічного стереотипу потрібен багаторазовий вплив подразників, які діють з постійними інтервалами між ними. На формуванні динамічного стереотипу в людини базується виникнення навичок і звичок (наприклад, їзда на велосипеді, ковзанах тощо).

Формування умовних рефлексів, їхнє об'єднання у складні умовно-рефлекторні поведінкові реакції можливе завдяки взаємодії двох форм нервового процесу: збудження та гальмування.

Що таке гальмування умовних рефлексів? ***Гальмування*** – це процеси, які приводять до послаблення або припинення збуджень у центральній нервовій системі. Розрізняють зовнішнє та внутрішнє гальмування. *Зовнішнє (безумовне) гальмування* розвивається на початку дії зовнішнього сильного подразника, який спричиняє нове збудження в корі великих півкуль. Це збудження гальмує інші, слабші.

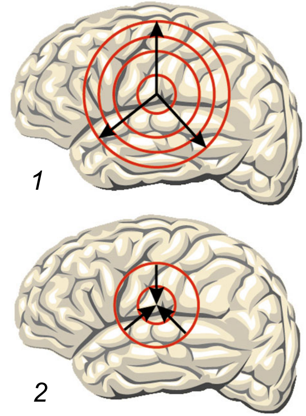
Приклад такого явища – припинення виділення травних соків під час їжі у зв'язку з відчуттям сильного болю. Різновидом зовнішнього є *позамежне гальмування* в разі дії умовного подразника з дуже великою силою. Воно оберігає нервову систему від надмірного збудження і виснаження. Біологічне значення зовнішнього гальмування умовних рефлексів полягає в забезпеченні реакції на основний, найважливіший для організму в даний момент стимул (наприклад, написання контрольної роботи).

Внутрішнє (умовне) гальмування виникає, коли умовний подразник не підкріплюється безумовним. Прикладом умовного гальмування є правила у спортивній діяльності, як-от: заборона певних дій у спортивній грі (пригадайте, наприклад, правила гри у футбол), певні обме-

ження під час навчання і виховання, у поведінці людини в суспільстві.

Гальмування, як і збудження, координує рефлекторну діяльність. Наприклад, скорочення і розслаблення м’язів є результатом послідовних змін збудження і гальмування. Якби не було гальмування, організм виконував би багато непотрібних реакцій у відповідь на різні умовні подразники, що перестали підкріплюватися безумовними.

Як взаємодіють збудження та гальмування в корі великих півкуль головного мозку? Процеси збудження та гальмування як основні процеси діяльності центральної нервової системи ґрунтуються на певних закономірностях. Виникаючи у відповідних центрах, вони здатні поширюватися по всій центральній нервовій системі. Це явище дістало назву ***іррадіація***. Протилежний процес – обмеження, скорочення зони джерела збудження або гальмування, називають ***концентрацією*** (мал. 173).



Мал. 173.
1. Іррадіація.
2. Концентрація

Іррадіацію і концентрацію можна спостерігати під час утворення рухових умовних рефлексів. На першій стадії утворення рухових навичок унаслідок поширення збудження скорочується багато м’язів, які не потрібні для виконання цього руху. І тільки у процесі багатьох повторень (вправ) у результаті концентрації процесу збудження в необхідних ділянках кори рухи стають висококоординованими.

Ключові терміни і поняття: **умовний рефлекс, тимчасовий нервовий зв’язок, збудження, гальмування, іррадіація, концентрація.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Чим відрізняються умовні рефлекси від безумовних? 2. Які умови потрібні для утворення умовних рефлексів? 3. Який механізм утворення умовних рефлексів? 4. Що таке тимчасовий нервовий зв’язок? Як він утворюється? 5. Що таке гальмування? 6. Які форми гальмування ви знаєте? Чим вони відрізняються? 7. Що таке іррадіація і концентрація?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть характеристики умовних рефлексів: а) притаманні всім представникам виду; б) індивідуальні; в) постійні.

2. Укажіть процес, який відбувається в результаті, коли дія умовного подразника не підкріплюється безумовним: а) концентрація; б) гальмування; в) збудження.

Обговоріть у групах. Схарактеризуйте умови виникнення умовних рефлексів. Яке біологічне значення гальмування умовних рефлексів?

Поміркуйте. 1. Чому людина, яка читає цікаву книжку, часто не помічає, що діється довкола? 2. Чому зубний біль удень відчувається слабко, а вночі стає нестерпним?

Творче завдання. Підготуйте презентацію про важливий внесок у психологію видатного ученого Олексія Олексійовича Ухтомського (1875–1042).



§50. ПОНЯТТЯ ПРО СИГНАЛЬНІ СИСТЕМИ. МОВА. МИСЛЕННЯ. СВІДОМІСТЬ

Пригадайте, завдяки яким сигналам тварини орієнтуються в навколишньому середовищі. Що таке сенсорна система? Які сенсорні системи є в людини?

Поведінка людини складна. У ній задіяні механізми не лише безумовних та умовних рефлексів, а також розумової діяльності. Якщо інстинктивна діяльність людини часто проявляється неусвідомленими діями, то розумова діяльність спрямовує її поведінку відповідно до законів суспільства, традицій. Розумова діяльність є найскладнішою формою індивідуальної поведінки, яка є результатом постійного утворення нових нервових зв'язків, що ґрунтуються на минулому досвіді.

Що таке сигнальні системи? Які сигнальні системи є в людини? Одна з важливих функцій кори великих півкуль головного мозку – забезпечення функціонування та розвиток сигнальних систем.



Сигнальна система **– сукупність рефлекторних процесів, які забезпечують сприймання та аналіз інформації, а також формування відповідних реакцій організму на певні подразники.**

Перша сигнальна система людини за допомогою відповідних сенсорних систем сприймає різноманітні подразники (сигнали) навколишнього середовища. Нервові центри першої сигнальної системи розташовані в корі великих півкуль. Вона слугує основою для утворення умовних рефлексів.

Друга сигнальна система проявляється у спілкуванні за допомогою усної та писемної мови. Мовні функції людини пов'язані з функціонуванням багатьох структур головного мозку. Усна мова формується переважно за допомогою скроневої та лобової часток лівої півкулі, а писемна – тім'яних, скроневих і лобових часток. Слова, які вимовляє людина, чує чи читає, становлять собою умовні подразники, які сприймає і розрізняє кора великих півкуль головного мозку.

Слова – це символи конкретних предметів і явищ навколишнього середовища. Тобто слово є сигналом сигналів. Словами людина позначає все, що сприймає за допомогою органів чуття. Дія слова як сигналу визначається смисловим значенням, зв'язком з певними предметами навколишнього середовища. Людина за допомогою слів узагальнює поняття не тільки про предмети, їхні властивості, явища, а також свої почуття.

За допомогою ***мови*** інформація аналізується й узагальнюється, людина розмірковує, формулює висновки. Мова потрібна людині для навчання та спілкування, унаслідок чого від покоління до покоління може передаватись накопичений досвід. Дитина здатна до вивчення мови від народження. Якщо вона з якихось причин ізольована від людського оточення, то ця здатність не реалізується.

Мова набула величезного значення у вищій нервовій діяльності людини, яка базується на тісних взаємодіях двох сигнальних систем (мал. 174). Це унікальна властивість людини, яка дає змогу за допо-



Мал. 174. Схема, що ілюструє взаємодію двох сигнальних систем

могою знаків-символів (слів) не тільки озвучувати думку, а й виражати її в письмовій формі.

Мовні сигнали (звукові – усні та зорові – письмові) сприймають слухові й зорові центри, розміщені переважно в лівій півкулі. Ці нервові центри утворюють єдину функціональну систему, яка забезпечує сприйняття і аналіз різних форм мовних сигналів та їхнє звукове перетворення.

Які прояви вищої нервової діяльності людини? На все, що людина сприймає з навколишнього середовища, вона відповідає різними діями – імпульсивними (негайними), мимовільними (несвідомими) або довільними (свідомими).

З розвитком мови розвивалось і мислення. Мова і мислення завжди перебувають у нерозривному зв'язку.

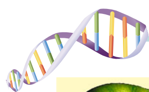


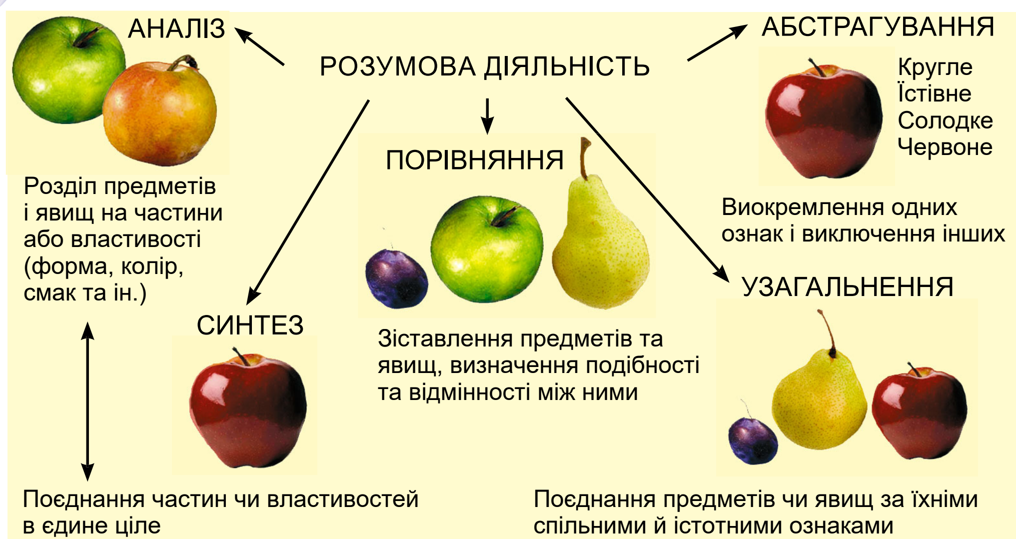
Мислення **– це функція кори великих півкуль головного мозку, яка дає змогу людині за допомогою символів (слів та образів) уявити та виразити своє ставлення до реально існуючих і уявних предметів та явищ навколишнього середовища, свої життєві інтереси.**

Людина думає словами. Завдяки їм вона здатна створювати óбрази конкретних та уявних предметів і явищ, тобто у неї розвинене **абстрактне мислення**. Наприклад, слово «дерево» узагальнює багато конкретних порід дерев: дуба, липи, берези та інших. Людина за потреби здатна виниклі тимчасові зв'язки діставати з пам'яті, створювати різноманітні їхні комбінації, узагальнювати побачене та почуте. Такий тип мислення притаманний тільки людині. Абстрактне мислення дає змогу розвивати свої природні здібності, створювати культуру, займатися наукою тощо.

У процесі мислення головний мозок людини виконує складні **розумові операції**, використовуючи поняття, судження, умовиводи, результатом яких є припущення, прогнози, прийняття рішень (мал. 175). Ви часто виконуєте розумові операції на уроках під час засвоєння нового навчального матеріалу або його відтворення. Виконання розумових операцій залежить від індивідуальних особливостей мислення конкретної людини.

У прояві **індивідуальності мислення** велике значення має ***самостійність***: здатність людини ставити нові завдання й розв'язувати їх,





Мал. 175. Приклад розумових операцій (за М.А. Гализа, І.А. Домашенко). ***Завдання.*** *За малюком схарактеризуйте розумові операції, які людина виконує щодня. Запропонуйте власні приклади*

опрацьовувати самостійно отриману інформацію, формувати свою власну думку та нею керуватися.

Критичність мислення виявляється в здатності людини не потрапляти під вплив чужих думок, оцінювати позитивні та негативні аспекти явища чи факту, виявляти цінне в них. Людина з критичним мисленням вимогливо оцінює і свої власні думки, рішення, вчинки та виявляє самокритичне ставлення до своїх дій.

Гнучкість мислення виявляється в умінні швидко змінювати свої дії за зміни ситуації. Людина з гнучким мисленням набагато швидше адаптується до змін оточення.

Глибина мислення виявляється в умінні проникати в сутність складних питань, бачити проблему там, де її не помічають інші, передбачати можливі наслідки подій і процесів.

Широта мислення виявляється в здатності охопити широке коло питань.

Послідовність мислення – уміння дотримуватися логічної наступності під час висловлювання суджень, їхнього обґрунтування. Щоб дотримуватися послідовного викладення навчального матеріалу, потрібно подумки скласти план його подачі.

Швидкість мислення виражається в здатності швидко розібратися у складній ситуації та прийняти правильне рішення.

Часто людина використовує ***уяву***. Це психічні процеси, що базуються на її досвіді. У результаті такої складної роботи мозку в людини формується ***уявлення*** – наочний образ предмета, явища, можлива схема рішення, яку можна перевірити в діях, на практиці.

Своє ставлення до конкретних або уявних предметів чи подій людина виражає за допомогою ***емоцій***. Це суб’єктивні переживання, у яких виявляється ставлення людини до довколишнього світу і до себе. Емо-



Мал. 176. Критерії свідомості

ції поділяють на *позитивні* (радість, задоволення, захоплення, кохання тощо) і *негативні* (жах, гнів, огида тощо). Уміння керувати своїми емоціями та вчинками люди набувають у процесі виховання.

Під час пізнання навколишнього світу формуються ***відчуття***. Відображення в головному мозку цілісного образу предмета чи явища називають ***сприйняттям***. ***Увага*** – процес, у результаті якого отримана інформація стає доступною для аналізу, тобто доходить до свідомості. Стійкість уваги підвищується за активного осмислення – ***зосередження***.

Отже, друга сигнальна система дає змогу позначати словом не тільки безпосередні подразники, а й складні їхні взаємозв'язки, оперувати словами під час аналізу та синтезу явищ навколишнього світу. Вона узагальнює сигнали першої сигнальної системи. Мова і мислення відіграють велику роль у становленні свідомості людини, розвиткові її психіки.

Що таке свідомість? Які її фізіологічні основи? ***Свідомість*** – це прояв вищої нервової діяльності, який полягає у відображенні дійсності та довільному регулюванні взаємозв'язків людини з навколишнім середовищем, зокрема із суспільством. Розвиток свідомості став можливим тільки завдяки спілкуванню людей між собою, колективній праці. Таким чином, свідомість – це результат не тільки функціонування вищих відділів нервової системи (кора великих півкуль), а й суспільного життя людини (мал. 176).

Людина є єдиною живою істотою на Землі, яка здатна усвідомлювати не лише те, що її оточує, але й себе, своє ставлення до предметів та явищ зовнішнього світу. Ця категорія має назву ***самосвідомість***.

Ключові терміни і поняття: **перша сигнальна система, друга сигнальна система, мова, мислення, абстрактне мислення, свідомість.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке сигнальні системи? 2. У чому полягає відмінність між першою та другою сигнальними системами? 3. Як здійснюється мовна функція в людини? 4. Що таке мислення? Які фізіологічні основи мислення? 5. Що таке свідомість?



Виберіть одну правильну відповідь

Укажіть сигнал, який людина визначає за смисловим значенням: а) звук; б) світло; в) слово; г) температура.

Обговоріть у групах. І група. Сигнальні системи. ІІ група. Значення другої сигнальної системи. ІІІ група. Значення мови для людини. IV група. Зв'язок мови і мислення.

Поміркуйте. Так звані «мауглі» – виховані тваринами діти, які потрапили в людське суспільство після 5 років, зазвичай не оволодівали людською мовою. Чому?

Творче завдання. Порівняйте характеристики першої та другої сигнальних систем.

§51. НАВЧАННЯ ТА ПАМ'ЯТЬ

Пригадайте, що таке умовні рефлекси, імпринтинг.

Що таке навчання і які його види? **Навчання** – це пристосувальні (адаптивні) зміни індивідуальної поведінки в результаті попереднього досвіду. Воно базується на психофізіологічних процесах, які постійно відбуваються в головному мозку людини. За допомогою умовних рефлексів навчання робить поведінку людини краще пристосованою до будь-якої зовнішньої ситуації.

Розрізняють такі види навчання: фіксація (імпринтинг), звикання, навчання шляхом «спроб і помилок», приховане (латентне) навчання, осяяння (інсайт). ***Фіксація,*** або ***імпринтинг***, – це властивість новонароджених і немовлят під час розвитку аналізаторів фіксувати в пам'яті образи своїх батьків, оточення тощо. Вони не лише запам'ятовують образ матері, поведінку батьків, різні події, але й відтворюють їх. У подальшому ця набута форма поведінки перетворюється на складну умовно-рефлекторну діяльність.

Пригадайте: імпринтинг можна спостерігати серед тварин (наприклад, курчат, каченят, гусенят), у яких після того, як сформується зорова сенсорна система, виникає рефлекс наслідування. Вони закарбовують будь-який об'єкт, який рухається, і починають за ним прямувати, як за матір'ю. Проте такий стан є короткочасним, усього 13–18 годин після вилуплення з яйця.

Звикання – найдавніший і найпоширеніший вид навчання. Звикання відбувається несвідомо. Нервова система через деякий час перестає реагувати на повторювані одноманітні сигнали. Що частіше застосовують певний подразник, то швидше відбувається звикання.

Навчання шляхом «спроб і помилок» детально описав американський психолог Е. Торндайк. Наприклад, щоб навчитися бездоганно плавати, доводиться здійснювати безліч спроб, допускаючи й помилки. Із часом досвіду стає більше та й людина припускається менше помилок.

Приховане, або ***латентне, навчання*** спрямоване на задоволення безпосередньої потреби, наприклад у додаткових знаннях. Під час читання науково-популярного журналу або участі в гуртках за інтересами ми отримуємо інформацію, яка, на перший погляд, ніби другорядна, але із часом може мати життєво або професійно важливе значення.

Осяяння, або ***інсайт***, – це вища форма навчання, що базується на здогадці, раптовому розумінні істотного у структурі, ситуації в цілому.

Що таке пам'ять і які її види? **Пам'ять** – комплекс процесів, які відбуваються в центральній нервовій системі, забезпечуючи накопичення, зберігання та відтворення індивідуального досвіду і досвіду інших людей, почутого чи прочитаного, переживань тощо.

Функціональний стан пам'яті залежить від роботи певних ділянок кори великих півкуль головного мозку, зокрема центрів різних почуттів і ділянок кори, які відповідають за зорову, слухову, рухову пам'ять тощо. Крім того, кора лобової та скроневої часток відповідає за стан пам'яті в цілому. Вважають, що всі відділи кори замкнуті між собою ланцюжками нейронів. Імпульси, що в них циркулюють, зумовлюють зміну біосинтетичної активності нервових клітин, що приводить до утворення біологічно активних речовин – «носіїв пам'яті». Для того щоб інформація відкладалася в пам'яті, потрібно її повторювати.

Як ми запам'ятовуємо? **Запам'ятовування** – це закріплення в пам'яті певних знань. Розрізняють запам'ятовування механічне й осмислене, мимовільне і довільне.

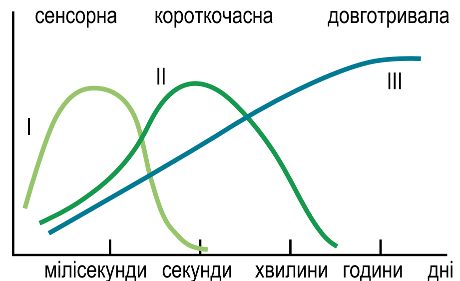
Механічне запам'ятовування ґрунтується на повторюванні матеріалу без його осмислення. Воно потребує значних зусиль і багато часу. За такого способу запам'ятовування знання в пам'яті тримаються недовго і пригадати їх у потрібний момент дуже важко.

Осмислене запам'ятовування відбувається тоді, коли людина усвідомлює прочитане, намагається зрозуміти, про що йдеться, і запам'ятати суть навчального матеріалу.

Мимовільне запам'ятовування відбувається тоді, коли людина не ставить перед собою мети щось запам'ятати (наприклад, цікаві незвичайні факти чи об'єкти).

Довільне запам'ятовування потребує певних вольових зусиль з боку людини.

Усе, із чим людина стикається у повсякденному житті, не зникає безслідно, а зберігається в мозку у вигляді ***пам'ятних слідів***. Процес запам'ятовування можна поділити на етапи, які відрізняються тривалістю збереження інформації (мал. 177).



Мал. 177. Графік тривалості різних видів пам'яті. ***Задання.*** *За графіком поясніть, як змінюється тривалість різних видів пам'яті. Проілюструйте це власними прикладами*

Перший етап – сенсорна пам'ять – триває мілісекунди. За цей час людина утримує інформацію на рівні сенсорних систем (зорової, слухової тощо). Вищі відділи мозку сприймають сигнали, що надійшли з довкілля. Якщо цього не відбувається, то менше ніж за секунду ці сліди стираються, і сенсорна пам'ять заповнюється новими сигналами.

Другий етап – короткочасна пам'ять – триває від кількох секунд до кількох хвилин. Цей час потрібний для розв'язання миттєвих задач. Якщо інформація не повторюється, вона зникає з пам'яті, не залиша-



ючи відчутних слідів. Установлено, що мозок людини одночасно може переробити і запам'ятати лише певний обсяг інформації. Він становить 7+2 інформаційних сигнали (слова, предмети, символи тощо). Наприклад, ми легко запам'ятовуємо номер телефону, який зазвичай не перевищує семи цифр.

Важлива для людини інформація з короткочасної пам'яті переводиться в довготривалу. Це *процес об'єднання слідів пам'яті*.

Третій етап – довготривала пам'ять – забезпечує тривале збереження знань, образів, переживань, які запам'ятовуються після багаторазового їхнього повторення і відтворення. Це глибинна пам'ять, що зберігає найважливіше і найпотрібніше. Інформація, яка потрапила в довготривалу пам'ять, може зберігатися годинами, днями, місяцями, роками і навіть протягом життя людини. Особливо міцно закладено в пам'яті події, що відбулися під впливом сильних емоцій.

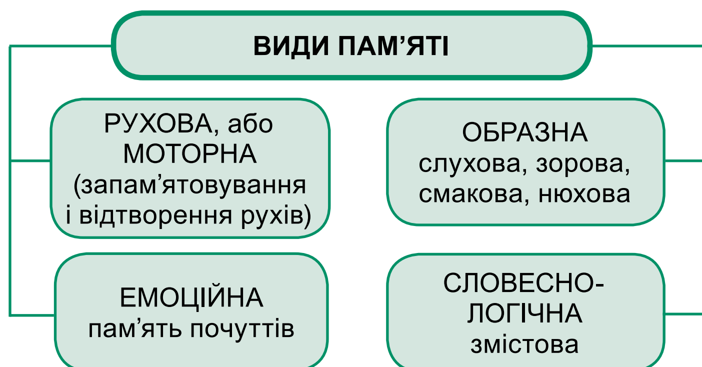
Отже, у пам'яті відкладається тільки частина отриманої інформації – тривалий час зберігаються основні поняття, узагальнення, а також важлива особиста інформація. Більшість інформації забувається, що оберігає мозок від перевантаження.

Інформацію в довготривалій пам'яті можна класифікувати на процедурну та декларативну пам'ять. ***Процедурна пам'ять*** – це пам'ять на дії (що і як потрібно робити). У ній найчастіше задіяні різні сенсорні (зорові, слухові, нюхові тощо) та рухові центри мозку.

Декларативна пам'ять – це запам'ятовування об'єктів, подій, епізодів, облич, місць тощо. Формування декларативної пам'яті пов'язане з діяльністю внутрішньої поверхні скроневих часток великих півкуль, включно з підкірковими структурами.

За характером психічної активності, що переважає в діяльності, розрізняють такі види пам'яті: рухова (моторна), емоційна, образна, словесно-логічна (змістова) (мал. 178).

Рухова, або ***моторна, пам'ять*** – це запам'ятовування і відтворення рухів. Є основою рухових навичок і звичайних рухів, а також формування різних практичних дій і трудових навичок. Завдяки цій пам'яті ми здатні виконувати найскладніші рухи: танцювати, писати, віртуозно грати на музичних інструментах тощо.



Мал. 178. Види пам'яті за характером цілей діяльності.
Завдання. *Поясніть значення для людини цих видів пам'яті*

Образна пам'ять – це збереження в пам'яті та відтворення колись сприйнятого життєво важливого об'єкта, його просторового розташування, кольору, звуків тощо. Вона пов'язана з певною сенсорною системою, тому виокремлюють зорову, слухову, смакову, нюхову образну пам'ять. Ці різновиди пам'яті мають значення у найрізноманітніших галузях людської діяльності (*наведіть приклади*).

Емоційна пам'ять зберігає пережиті емоції.

Словесно-логічна, або ***змістова, пам'ять*** – це запам'ятовування і зберігання в пам'яті, а потім відтворення прочитаних або почутих думок у словесній формі.

Виділяють також природжену (видову) та набуту пам'ять. ***Природжена пам'ять*** проявляється у вигляді безумовних рефлексів, інстинктів, характерних для всіх людей. ***Набута (індивідуальна) пам'ять*** формується в результаті навчання. Її механізми забезпечують зберігання та відтворення інформації, набутої протягом життя. Саме цей вид пам'яті має величезне значення для поведінки людини. Без здатності накопичувати, зберігати й відтворювати інформацію не можна було б планувати та здійснювати доцільні дії, здобувати нові знання.

Звичайно, різні види пам'яті тісно пов'язані між собою.



Лабораторне дослідження різних видів пам'яті

Обладнання: набір карток з різними малюнками, геометричними фігурами, цифрами, словами, аркуші чистого паперу.

Завдання 1. Дослідіть короткочасну пам'ять.

1. Розгляньте упродовж 2 хв предмети, зображені на картці.
2. Виокремте і спробуйте запам'ятати 10 з них.
3. Відразу відтворіть ці предмети в пам'яті й запишіть у тій послідовності, у якій їх зображено на картці. Зробіть висновки.

Завдання 2. Дослідіть довготривалу пам'ять.

1. Упродовж 2 хв вивчіть розташування геометричних фігур, зображених на картці.
2. Закрийте картку і через 15 хв спробуйте відтворити (замалюйте) фігури, які ви запам'ятали, у тому самому порядку. Зробіть висновки.

Завдання 3. Дослідіть механічну пам'ять.

1. Розгляньте упродовж 30 с числа, зображені на картці у вигляді таблиці.
2. Прикрийте частину таблиці аркушем паперу. Запишіть у порожніх комірках числа, які ви запам'ятали. Зробіть висновки.

Завдання 4. Дослідіть логічно-смислову пам'ять.

1. Уважно прочитайте десять пар запропонованих слів.
2. Упродовж 30 с запишіть по пам'яті пропоновані пари слів, прикривши текст аркушем паперу. Зробіть висновки з отриманих результатів.

Як ми відтворюємо (згадуємо) запам'ятоване? **Відтворення** – це процес пригадування певних знань і викладення їх у логічній послідовності. Воно пов'язане з використанням пам'ятних слідів. Як і запам'ятовування, відтворення може бути мимовільним і довільним. Поштовх до ***мимовільного відтворення*** може бути незначним. Достат-



ньо згадати, як ви пішли в перший клас, і відразу із цією подією виникне низка спогадів.

Для ***довільного відтворення*** потрібні вольові зусилля з боку людини, її бажання згадати щось конкретне. Наприклад, ви хочете пригадати матеріал, який вивчали на попередньому уроці. Пригадування значною мірою залежить від того, як інформація заклалася в пам'ять. Якщо учень добре засвоїв матеріал, то й пригадує його легко, якщо погано – на пригадування витрачається багато зусиль.

Ключові терміни і поняття: **навчання, пам'ять, запам'ятовування, відтворення.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке пам'ять? Яке значення вона має в житті людини? 2. Які основні характеристики пам'яті? 3. Що таке запам'ятовування? Які основні умови механічного й осмисленого запам'ятовування? Яку перевагу має осмислене запам'ятовування? 4. Як зберігається інформація в пам'яті людини? Які є види збереження інформації в пам'яті? 5. Які особливості довготривалої пам'яті?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть вид пам'яті, яка забезпечує запам'ятовування, зберігання та відтворення рухів: а) моторна; б) емоційна; в) образна; г) змістова.

2. Виберіть вид пам'яті, яка забезпечує запам'ятовування, збереження та відтворення почуттів: а) моторна; б) емоційна; в) образна; г) змістова.

3. Виберіть вид пам'яті, яка забезпечує запам'ятовування, зберігання та відтворення прочитаного: а) моторна; б) емоційна; в) образна; г) змістова.

Обговоріть у групах. Розкрийте види пам'яті за характером цілей діяльності (мимовільна і довільна); за характером психічної активності, що переважає в діяльності (рухова, емоційна, словесна (смислова), образна); за тривалістю зберігання і закріплення матеріалу (сенсорна, короткочасна, довготривала).

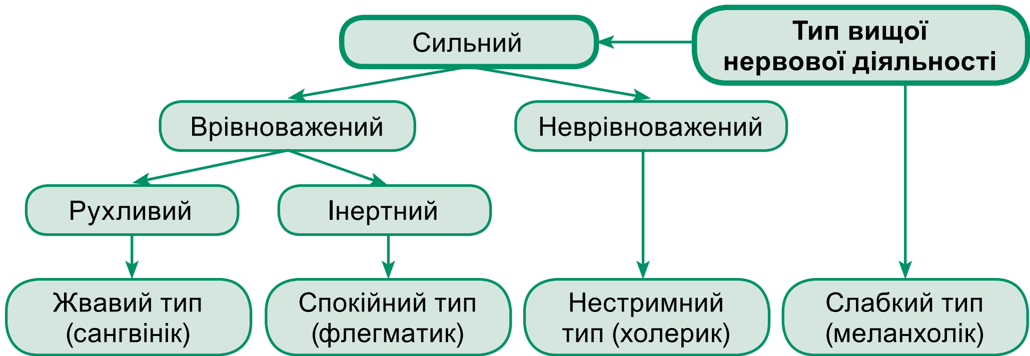
Поміркуйте. Чому вірш, який ми вивчали в початковій школі, запам'ятовується на все життя?

§52. БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОЇ ІНДИВІДУАЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

Пригадайте, що таке вища нервова діяльність.

Існує зв'язок між особливостями нервових процесів в організмі певної людини і типом вищої нервової діяльності, або темпераментом.

Які існують типи вищої нервової діяльності? Під типом ***вищої нервової діяльності*** розуміють сукупність вроджених і набутих властивостей нервової системи, що визначають характер взаємодії організму з навколишнім середовищем, які впливають на його функції. І.П. Павлов експериментально довів, що тип вищої нервової діяльності визначається співвідношенням трьох властивостей нервової системи – сили, врівноваженості й рухливості нервових процесів: збудження та гальмування. ***Сила нервової системи*** – це її здатність реагувати на сильні



Мал. 179. Схема, що ілюструє властивості нервової системи, комбінація яких визначає типи вищої нервової діяльності людини

й дуже сильні подразники без пригнічення (заціпеніння) (мал. 179). ***Врівноваженість*** визначається рівновагою між процесами збудження і гальмування. ***Рухливість*** нервових процесів визначається швидкістю переходу від збудження до гальмування і навпаки.

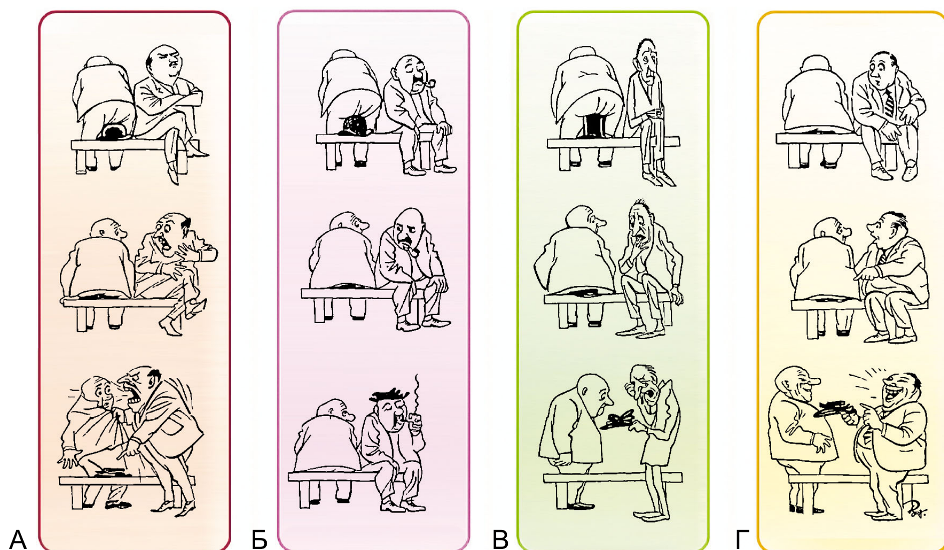
Учений виділив сильний тип вищої нервової діяльності та слабкий. Сильний тип він поділив на врівноважений та неврівноважений. Людям з ***врівноваженим типом вищої нервової діяльності*** притаманна рівновага між процесами збудження і гальмування. Люди з більшою рухливістю нервових процесів збудження належать до ***жвавого типу (сангвініки)***. Це енергійні наполегливі люди, які вміють швидко перебудовуватися під час зміни виду діяльності. Якщо ж у людей з врівноваженим типом вищої нервової діяльності низька рухливість нервових процесів, ми маємо справу із спокійним типом. Люди ***спокійного типу (флегматики)*** більш інертні. Такі люди мають високу енергію і працездатність, але віддають перевагу більш спокійній роботі, повільно приймають рішення.

У людей з ***неврівноваженим типом вищої нервової*** діяльності процеси збудження чітко переважають над процесами гальмування. Це люди ***нестримного типу (холерики)***: вони сильні, але неврівноважені. Такі люди швидко захоплюються чимось, але дратівливі й вибухові у своїх емоційних проявах, що свідчить про переважання процесів збудження над гальмуванням. Нарешті, у людей із ***слабким типом вищої нервової діяльності*** процеси збудження та гальмування розвинені слабко. Такі люди ***(меланхоліки)*** вирізняються загальною слабкістю і втомлюваністю нервової системи. Вони нерішучі, підкоряються чужій волі, бояться відповідальності і часто самоізолюються.

Описані чотири типи вищої нервової діяльності є основними, але рідко трапляються в чистому вигляді. Найчастіше спостерігають проміжні форми, з переважанням того чи іншого типу. Знання про типи вищої нервової діяльності слід враховувати в навчанні, вихованні, трудовій діяльності, спорті та ін.

Що таке темперамент і характер людини? Люди розрізняються за ***темпераментом*** – сукупністю індивідуальних особливостей, фізіологічною основою якої є певний тип вищої нервової діяльності (див. мал.





Мал. 180. Реакції людей з різним темпераментом на одну й ту саму ситуацію. ***Завдання.*** *Визначте за малюнком тип темпераменту людини в кожній ситуації*

179). Основні компоненти темпераменту: загальна активність індивіда, його рухливість (рухова активність) та емоційність.

Ми вже згадували, що розрізняють чотири основні типи темпераменту: сангвінічний (жвавий); флегматичний (спокійний); холеричний (нестримний); меланхолічний (слабкий). Темперамент – це індивідуальна характеристика людини, що базується на особливостях її психічної діяльності: темпу, ритму, інтенсивності психічних процесів і визначає прояви її поведінки (мал. 180).

Тип вищої нервової діяльності вроджений, але у процесі життя під впливом умов довкілля, а особливо соціальних факторів, прояви темпераменту змінюються. Так формується ***характер*** – сукупність відносно сталих психічних особливостей, які проявляються в діяльності та духовному житті людини.

Вирішальна роль у формуванні характеру належить навчанню, вихованню та самовихованню. Для досягнення поставленої мети важливо мати *вольові якості*, що розвивають такі риси характеру, як наполегливість, цілеспрямованість, рішучість, витриманість, дисциплінованість тощо.

Оцінити людину можна за ***ставленням до роботи***. У процесі виконання роботи виявляються різноманітні риси характеру: ініціативність, наполегливість, працелюбність (або лінощі), прагнення до подолання труднощів (або страх перед труднощами), сумлінність, акуратність тощо.

Ставлення до інших людей виявляється в міжособистісних стосунках і залежить від обставин та оцінювання вчинків. За характером взаємостосунків люди бувають щирими (або нещирими), відкритими (або замкнутими), відвертими (або потайливими), чуйними (або нечуй-

ними), доброзичливими (недоброзичливими), довірливими (недовірливими), похмурими, ввічливими.

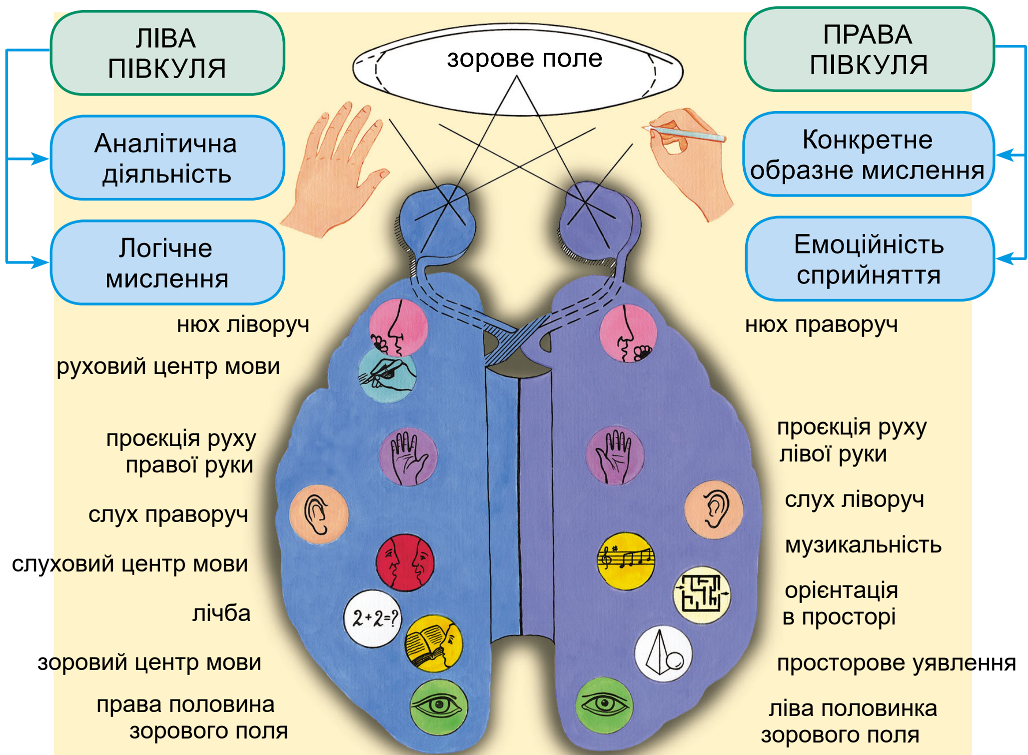
Ставлення людини до самої себе залежить від рівня розвитку самосвідомості, здатності оцінювати себе.

У чому полягає функціональна спеціалізація кори великих півкуль? Фундаментальною основою психофізіологічної індивідуальності людини є функціональна спеціалізація півкуль кінцевого мозку. У будь-якому психічному процесі беруть участь обидві півкулі. Розгляньте малюнок 181. На ньому показано, що в **лівій півкулі** є три центри мови:

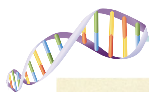
- *руховий центр мови*, який забезпечує можливість писати;
- *слуховий центр*, який забезпечує можливість чути й розуміти мову іншої людини;
- *зоровий центр мови*, або центр читання і розуміння письмової мови; лічби (математичні здібності, логіка, наука).

Ліва півкуля більше пристосована до аналітичної діяльності й відповідає за логічне мислення людини, тобто за формулювання понять, побудову узагальнень, висновків, складання прогнозів тощо.

У **правій півкулі** містяться центри керування: орієнтацією в просторі (здатність до танців, гімнастики), центри, що визначають музикальність (сприйняття музики), просторове уявлення (скульптура, сприй-



Мал. 181. Загальна і функціональна спеціалізація кори великих півкуль. ***Завдання.*** *За малюнком схарактеризуйте півкулі головного мозку*







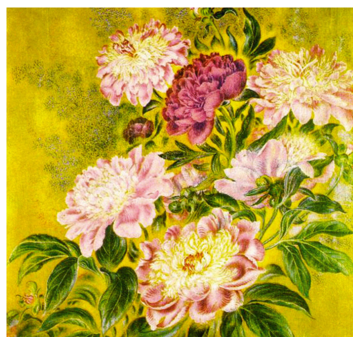
Мал. 182. 1. Т.Г. Шевченко. 2. Леонардо да Вінчі. ***Завдання.*** *Підготуйте розповідь про цих людей*

няття художніх творів, живопису, фантазія). Отже, права півкуля спеціалізується на забезпеченні образного сприйняття навколишнього середовища на основі минулого досвіду, на формуванні особистісного емоційного ставлення до себе, інших людей і до предметів; є базою конкретного образного мислення, емоційного сприйняття оточення.

До особливостей півкуль належить розміщення центрів проєкції руху правої і лівої руки. У лівій півкулі розташовані проєкції руху правої руки, а у правій півкулі, навпаки, – центри проєкції руху лівої руки. Ця функціональна особливість і поділяє людей на тих, що є правшами й шульгами.

Серед істотних властивостей людини є її ***здібності***. Вони визначаються спадково, але реалізація їх залежить від умов життя, здоров'я, навчання та виховання. Розрізняють загальні та спеціальні здібності. Завдяки загальним здібностям люди успішно оволодівають різними видами діяльності. Серед видатних людей чимало особистостей з різнобічним розвитком загальних здібностей: український поет і художник Т.Г. Шевченко; італійський живописець, скульптор, архітектор, учений-природодослідник, інженер Леонардо да Вінчі (мал. 182) (*наведіть власні приклади*).





Люди із загальними здібностями легко переходять від однієї діяльності до іншої. Люди зі спеціальними здібностями віддають перевагу лише певному виду діяльності, а саме: захоплюються лише музикою, живописом, літературою (наприклад, австрійський композитор В.А. Моцарт, українська художниця Катерина Білокур (мал. 183); *наведіть власні приклади*).

У професійній спрямованості, професійному відборі та професійній освіті значне місце, крім здібності й схильності, належить ***обдарованості*** – вияву можливостей організму людини (розумових, художніх, фізичних), які значно перевищують середній

Мал. 183. Катерина Білокур (1900–1961) та її картина «Півонії» (1946). ***Завдання.*** *Підготуйте презентацію про цю видатну художницю*

рівень. Біологічні (вроджені) фактори (особливості будови і функціональні властивості головного мозку та аналізаторів) відіграють головну роль у прояві обдарованості. Найбільше успадковується здатність до абстрактного мислення, просторових уявлень – конструкторські, художні здібності тощо. Але слід знати, що біологічні фактори визначають тільки задатки обдарованості. Для прояву обдарованості потрібно, щоб здібності та схильності були вчасно помічені й розвинуті у процесі навчання та виховання.

Ключові терміни і поняття: **темперамент, характер, здібності, обдарованість, звички, навички.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які властивості нервових процесів визначають тип нервової системи? 2. Що таке характер людини? 3. Що таке здібності та навички? 4. Чим визначається обдарованість людини? 5. Що таке функціональна спеціалізація півкуль кінцевого мозку? Як вона впливає вона має на формування здібностей людини?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Позначте півкулю головного мозку людини, у якій розташований центр керування письмом: а) ліва; б) права; в) обидві півкулі.

2. Позначте півкулю головного мозку людини, в якій розташований центр проєкції правої руки: а) ліва; б) права; в) обидві півкулі.

Обговоріть у групах. Як люди з різним типом темпераменту проявляють себе в трудовій діяльності?

Виконайте *дослідницький практикум* Визначення типу вищої нервової діяльності та властивостей темпераменту.

Матеріали: аркуш паперу, поділений на 6 рівних квадратів, графіки працездатності, тести для визначення темпераменту.

1. Визначте силу нервової системи. Протягом 30 с поставте у кожному квадраті максимальну кількість крапок, переходячи з одного до іншого квадрата за точно зафіксований час – 5 с. Побудуйте графік працездатності. Зробіть висновок.

2. За допомогою тестування (наприклад, тесту Айзенка) визначте свій тип темпераменту.

§53. БІОРИТМИ ЛЮДИНИ. СОН І НЕСПАННЯ

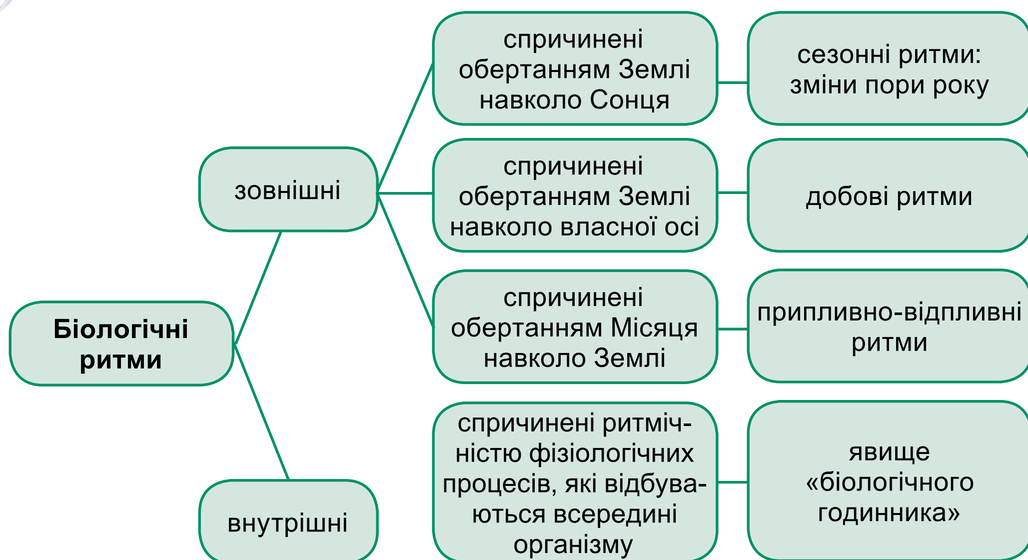
Пригадайте, що таке біоритми, вид, екосистема, біосфера.

Що таке біологічні ритми? ***Біологічні ритми***, або ***біоритми***, – це регулярні періодичні кількісні та якісні зміни життєвих процесів, що відбуваються на всіх рівнях життя – молекулярному, клітинному, органному, організмовому, популяційно-видовому, екосистемному і біосферному.

Цікаво знати

У 1729 р. французький астроном Жан-Жак де Меран (1678–1771), спостерігаючи за рослинами, відкрив явище біологічної ритмічності. Відтоді дослідники зібрали величезний фактичний матеріал щодо поширення біоритмів у природі. Вивчен-





Мал. 184. Види біоритмів та їхні причини. ***Завдання.*** *Користуючись схемою, назвіть види біоритмів і поясніть причини їх виникнення*

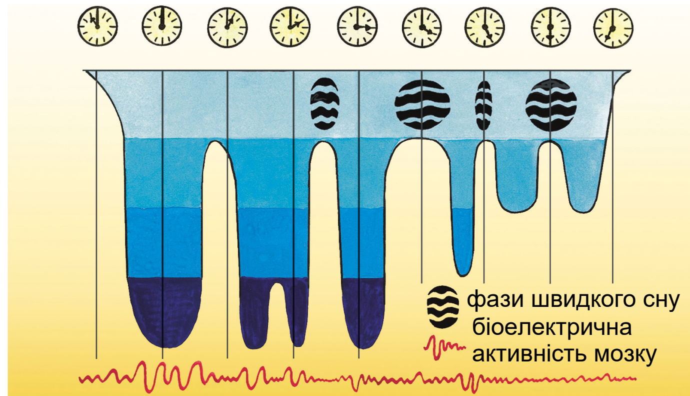
ня біоритмічних процесів сприяло створенню нової наукової дисципліни – ***хронобіології*** (від грец. *хронос* – час). Вона вивчає періодичні процеси життєдіяльності організмів та їхню поведінку, а також їхній взаємозв'язок з ритмічними впливами довкілля.

Біологічні ритми поділяють на зовнішні та внутрішні (мал. 184). Прикладами ***зовнішніх біологічних ритмів*** є сезонні, припливно-відпливні та добові. Зміна сезонів пов'язана з рухом планет (насамперед, з обертанням Землі навколо Сонця), що зумовлює зміни світлового режиму, температури, вологості повітря. Добові ритми організмів спричинені обертанням Землі навколо власної осі.

Внутрішні біологічні ритми пов'язані зі змінами інтенсивності власних процесів життєдіяльності. Механізми цього явища ще остаточно не з'ясовані, але вважають, що воно ґрунтується на чіткій періодичності фізико-хімічних процесів, які відбуваються в клітині. Своєрідним «диригентом» біологічних ритмів в організмі людини є підкірковий центр, розташований у гіпоталамусі.

Добові біоритми контролюються **біологічним годинником**. Це пристосувальний механізм, що забезпечує здатність організмів орієнтуватися в часі.

Внутрішні біологічні ритми тісно пов'язані із зовнішніми, що узгоджує їх із змінами у навколишньому середовищі. Тому перебудова добових ритмів часто супроводжується порушенням перебігу фізіологічних процесів, доки внутрішні біологічні ритми не синхронізуються із зовнішніми. Наприклад, коли людина потрапляє в інший часовий пояс, то в неї виникає бажання спати в ті години, у які це відбувалося в її звичному місці мешкання. Але через певний час людина пристосовується до нового добового ритму й засинає з настанням темної частини доби.



Мал. 185. Фази сну людини впродовж ночі

Найважливіший добовий ритм людини – це чергування сну та активності (неспання).

Що таке сон? Сон – це періодичний стан нервової системи, який супроводжується складними фізіологічними реакціями: тимчасовим вимкненням свідомості, гальмуванням рухової активності. Зниженням усіх видів чутливості. Під час сну втрачається активний зв'язок з навколишнім середовищем. Це відбувається тому, що гальмуються умовні рефлекси і значно послаблюються безумовні. Найхарактернішими ознаками стану сну є типова електрична активність клітин мозку і м'язів, рухи очей.

Електрофізіологічними дослідженнями встановлено наявність двох фаз сну. Їхні назви відповідають характеру коливань електричних потенціалів мозку – повільних і швидких (мал. 185).

У стані ***повільного сну***, який настає внаслідок засинання, сповільнюється частота дихальних рухів і скорочень серця, знижуються тонус м'язів і температура тіла, сповільнюється обмін речовин та енергії. Через 1–1,5 години повільний сон змінюється ***швидким*** – зростає частота дихальних рухів і скорочень серця, активізується діяльність більшості внутрішніх органів, відбуваються мимовільні рухи очних яблук і мимовільні скорочення деяких груп м'язів. Фаза швидкого сну триває 10–15 хвилин і знову переходить у повільну фазу. За 7–8 годин сну відбувається 4–5 таких циклів.

Цікаво знати

Крім нормального (фізіологічного) сну, існує патологічний сон, який настає під час дії на організм наркотиків, алкоголю, гіпнозу тощо.

Пробудження від сну настає під час надходження сигналів з навколишнього середовища (світло, шум тощо) та від внутрішніх органів (скорочення стінок шлунка за відсутності в ньому їжі, переповненого сечового міхура тощо).

Сон регулюють спеціальні структури головного мозку (зокрема, центри сну розташовані у проміжному мозку, а центри пробудження – у стовбурі головного мозку).

Раніше вважали, що сон – це спокій, потрібний для відновлення працездатності. Так, після сну поліпшується самопочуття, працездатність, увага тощо. Це вказує на те, що відбуваються процеси віднов-



лення. Однак електрофізіологічні дослідження показали, що під час сну нейрони деяких ділянок кори великих півкуль головного мозку (зорової, моторної тощо) перебувають у стані ритмічної активності, тобто активність кори великих півкуль повністю не гальмується. На думку вчених, під час сну в головному мозку накопичена інформація обробляється, перерозподіляється та запам'ятовується.

Що таке сновидіння? Під час сну виникають ***сновидіння***. З давніх-давен вони вражають і хвилюють людей своєю таємничістю. І.М. Сєченов називав сновидіння *небувалими комбінаціями колишніх вражень*. Характер снів визначається колишніми подіями і переживаннями, які утворюють різні комбінації, часто фантастичні за змістом. Під час сновидінь активізується діяльність потиличних часток кори великих півкуль – частини зорової сенсорної системи. Рідше сни пов'язані зі слуховими, нюховими та іншими відчуттями. У фазі швидкого сну виникають яскраві та фантастичні за змістом сновидіння, а у фазі повільного – реалістичніші та менш емоційні.

Тривалість і якість сну в нормі зумовлені спадковою схильністю. Але ще в XVI сторіччі відомий лікар Парацельс дотримувався тієї думки, що природний сон має тривати 8 годин. Він знімає втому і надає бадьорості людині. Парацельс не радив спати ні дуже багато, ні дуже мало, а слідувати сонячному циклу, тобто лягати із заходом сонця і вставати із світанком.

Біологічне значення сну полягає в необхідності відновлення енергетичного потенціалу і структури нервових клітин, переведення інформації в довготривалу пам'ять. Потреба у сні є життєво необхідною. Сон можна порушити в результаті екологічних впливів, інформаційних перевантажень, надмірної роботи. Так виникає ***безсоння***, яке завдає людині страждань. Недосипання або безсоння негативно впливають на функціональний стан людини. Після тривалого неспання у людей можливий ***мікросон*** – надзвичайно небезпечне явище, під час якого людина періодично засинає тільки на 1–3 с. Наприклад, мікросон у водіїв під час руху автомобіля може призвести до автомобільної катастрофи.

Ключові терміни і поняття: **біоритми, «біологічний годинник», сон, сновидіння.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке біоритми. Які їхні види ви знаєте? 2. Що таке сон? 3. Які зміни в організмі відбуваються під час сну? 4. Які розрізняють фази сну? 5. Яке біологічне значення сну?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть тип біоритмів, до яких належить ритм «сон-активність»: а) добовий; б) сезонний; в) місячний.

2. Укажіть електричну активність мозку, яка збігається з його станом під час бадьорості: а) нейтральна; б) висока; в) низька.

3. Укажіть фазу сну, під час якої виникають яскраві сновидіння: а) повільний; б) швидкий; в) сновидіння виникають у будь-яку фазу сну.

Обговоріть у групах типи біологічних ритмів.

Творче завдання. Складіть свій режим дня на тиждень, який сприятиме здоровому сну.

Тема 11

ЕНДОКРИННА СИСТЕМА

Нормальна життєдіяльність організму тісно пов'язана із взаємоузгодженою роботою всіх його фізіологічних систем. Це досягається завдяки діяльності регуляторних систем.

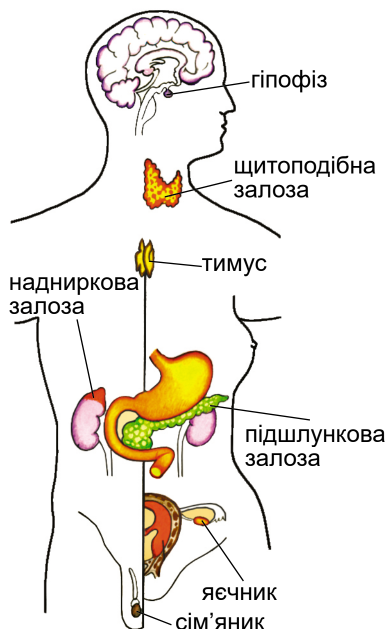


§54. ЕНДОКРИННА СИСТЕМА ЛЮДИНИ. ЗАЛОЗИ ВНУТРІШНЬОЇ СЕКРЕЦІЇ

Пригадайте, що таке гормони.

Що входить до складу ендокринної системи людини? Ви пам'ятаєте, що гуморальна (ендокринна) регуляція фізіологічних процесів в організмі людини відбувається за участі біологічно активних речовин, які транспортуються кров'ю, лімфою та тканинною рідиною. Провідна роль у процесах гуморальної регуляції належить **ендокринній системі** (мал. 186). До її складу входять залози внутрішньої та змішаної секреції. Ендокринні залози виробляють речовини – ***гормони***, які у невеликих концентраціях змінюють стан організму, функції різноманітних органів, обмін речовин.

Залози внутрішньої секреції не мають власних вивідних проток, тому їхні секрети виділяються у кров або лімфу. До них належать епіфіз, щитоподібна та прищитоподібні залози, вилочкова (тимус) та надниркові залози.

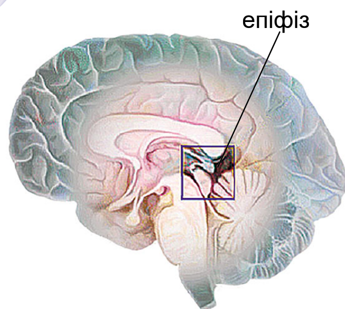


Мал. 186. Ендокринна система людини

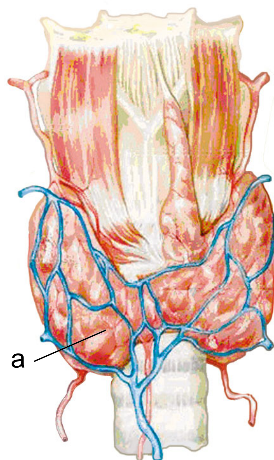
Що таке епіфіз? У головному мозку є крихітна ендокринна залоза – **епіфіз (шишкоподібне тіло)** (мал. 187). Вона синтезує гормон ***мелатонін***. Цей гормон регулює кров'яний тиск, періодичність стану сну і неспання, посилює ефективність імунної системи. Учені припускають, що епіфіз виконує роль внутрішнього годинника, що узгоджує зміни стану організму із циклічними змінами світлої і темної частини доби.

Які функції щитоподібної та прищитоподібних залоз? **Щитоподібна залоза** –





Мал. 187. Епіфіз



Мал. 188. Щитоподібна залоза (а)



Мал. 189. 1. Людина з базедовою хворобою. 2. Захворювання ендемічний зоб

найбільша ендокринна залоза нашого організму (мал. 188). Вона складається з лівої та правої потовщених часток, які сполучаються вузьким перешийком. Своєю увігнутою частиною вона прилягає до трахеї і гортані (до щитоподібного хряща, звідки й походить її назва).

Гормони, які секретує щитоподібна залоза – ***трийодтиронін, тироксин, тиреокальцитонін***, прискорюють обмін речовин, поглинання кисню в тканинах, обмін Кальцію і Фосфору, регулюють розвиток тканин (насамперед кісткової) і функціонування нервової системи. Так, тиреокальцитонін регулює вміст Кальцію в крові і сприяє його збереженню в кістках.

Недостатнє вироблення гормонів щитоподібної залози у дорослих зумовлює мікседему, а вроджене недорозвинення цієї залози в дітей – кретинізм. **Мікседема** супроводжується набряком шкіри і підшкірної клітковини, випаданням волосся, кволістю, сонливістю, а **кретинізм** – значним відставанням у фізичному та розумовому розвитку.

У разі гіперфункції щитоподібної залози спостерігають збільшення її розмірів, витрішкуватість очей, прискорення процесів обміну речовин, посилення теплоутворення, підвищення частоти серцевих скорочень, тремтіння пальців рук, підвищення психічної збудливості, схуднення **(базедова хвороба)** (мал. 189, 1).

До складу гормонів щитоподібної залози (тироксину, трийодтироніну) входить Йод. За нестачі Йоду у воді та їжі кількість цих гормонів у крові знижується. Для підтримання потрібної кількості цих гормонів посилюється їхня секреція, що зумовлює збільшення розмірів щитоподібної залози, маса якої іноді сягає кількох кілограмів. Цю хворобу називають **ендемічним зобом** (мал. 189, 2).

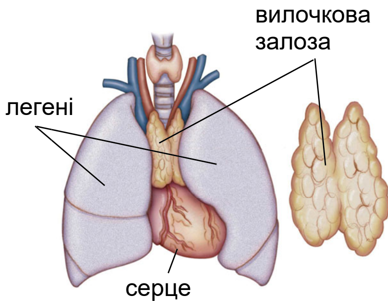


Щоб запобігти виникненню ендемічного зоба, вживають профілактичних заходів, основним з яких є йодування кухонної солі. Йод входить до складу окремих продуктів харчування, як-от: бура водорість ламінарія (морська капуста), морська риба, волоські горіхи, хурма тощо.

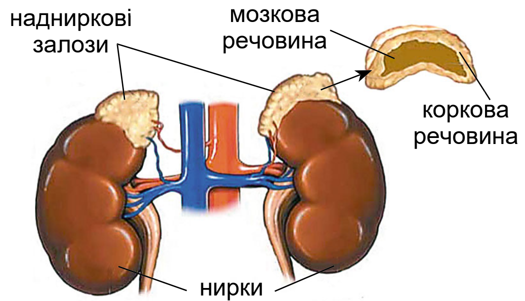
Паращитоподібні (прищитоподібні) залози – це чотири невеликі тільця, розташовані на задній поверхні бічних часток щитоподібної

залози. Вони утворюють ***паратгормон***, який регулює обмін Фосфору і Кальцію в організмі людини. Видалення цих залоз призводить до смерті від потужних судом. У разі гіперфункції паращитоподібних залоз розвивається хвороба, яка характеризується болем у м'язах, кістках і суглобах, розм'якшенням кісток, різкою деформацією скелета. Мінеральні компоненти вимиваються з кісткової тканини і відкладаються у м'язах та внутрішніх органах.

Які функції вилочкової залози? **Вилочкова залоза,** або **тимус**, розміщена за грудиною, тому її ще називають **загрудинною** (мал. 190). Вона має дві з'єднані між собою частки. Найбільшу масу тимус має від періоду раннього дитячого віку до періоду статевого дозрівання. У віці, старшому за 16 років, маса залози поступово зменшується, її тканини переродзкуються. Гормон тимуса – ***тимозин*** – впливає на ріст організму до статевої зрілості і відкладання в кістках солей Кальцію. Крім того, тимус бере участь у забезпеченні імунітету (*пригадайте яку*).



Мал. 190. Вилочкова залоза (тимус)



Мал. 191. Надниркові залози

Які функції надниркових залоз? **Надниркові залози** – парні залози, кожна з яких прилягає своєю основою до верхнього полюса нирки (мал. 191). Вони складаються з коркової речовини світлішого кольору і мозкової речовини темнішого, буруватого кольору. Гормони кори надниркових залоз – їх називають ***кортикостероїди*** (від лат. *кортекс* – кора) – регулюють обмін вуглеводів, мінеральних солей і води, беруть участь у стресовій реакції, впливають на діяльність статевої системи людини (зокрема, на розвиток вторинних статевих ознак).

Головними гормонами мозкової речовини надниркових залоз є адреналін і норадреналін. ***Адреналін*** прискорює ритм і підвищує силу серцевих скорочень, звужує артерії, підвищує кров'яний тиск, розслаблює мускулатуру бронхів, розширює зіниці, стимулює секрецію слинних і слізних залоз, значно підвищує рівень обміну речовин. ***Норадреналін*** є попередником адреналіну. Він також стимулює роботу різних органів і бере участь у передачі нервових імпульсів.

Якщо коркова речовина надниркових залоз не виробляє кортикостероїди, у людини розвивається захворювання, відоме під назвою *аддисонова*, або *бронзова*, *хвороба*. Її основними ознаками є слабкість, розлади процесів травлення, дистрофічні зміни в міокарді. За гіперфункції коркової речовини надниркових залоз виникає хвороба, що супроводжується порушенням обміну речовин: ожирінням, дистрофічними



змінами в м'язах, кістках і суглобах, підвищенням артеріального тиску, посиленням пітливості, судомами тощо. Такі зміни можуть бути спричинені виникненням пухлин надниркових залоз.

Ключові терміни і поняття: **епіфіз, щитоподібна залоза, паращитоподібні залози, тимус, надниркові залози.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Який гормон виробляє епіфіз? 2. Яке значення для функціонування організму має щитоподібна залоза? 3. Які гормони виділяють паращитоподібні залози? 4. Які профілактичні заходи потрібно виконувати, щоб уникнути захворювань щитоподібної залози? 5. Яке значення надниркових залоз?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть захворювання щитоподібної залози, яке виникає за нестачі в крові тироксину в ранньому дитячому віці: а) мікседема; б) кретинізм; в) базедова хвороба; г) ендемічний зоб.

2. Назвіть гормони, які утворюються в мозковому шарі надниркових залоз: а) тироксин і трийодтиронін; б) кортикостероїди; в) адреналін і норадреналін; г) мелатонін і паратгормон.

Обговоріть у групах. Розкрийте функції залоз внутрішньої секреції, їхній вплив на процеси життєдіяльності організму.

Поміркуйте, як можна запобігти захворюванням залоз внутрішньої секреції.

Творче завдання. Підготуйте презентацію «Профілактика йододефіциту в організмі людини».

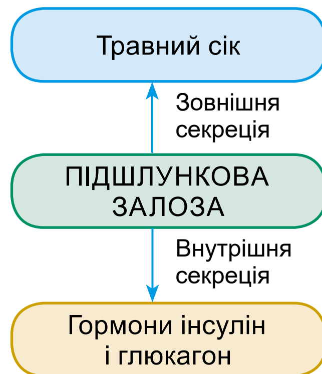
§55. ЗАЛОЗИ ЗМІШАНОЇ СЕКРЕЦІЇ. РЕГУЛЯЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ЕНДОКРИННОЇ СИСТЕМИ

Пригадайте з курсу основ здоров'я, які харчові продукти містять Йод. Що таке вітаміни? Яке значення підшлункової залози в процесах травлення. Що таке глікоген?

Залози **змішаної секреції** функціонують і як залози внутрішньої, і як залози зовнішньої секреції, які мають протоки, що відкриваються на поверхню тіла (потові) або в порожнини внутрішніх органів (слинні).

Які є залози змішаної секреції? До залоз змішаної секреції належать підшлункова залоза і статеві залози.

Підшлункова залоза виробляє як травний сік (зовнішня секреція), так і гормони (внутрішня секреція) (мал. 192). Гормони – інсулін і глюкагон – виробляють особливі клітини, розміщені в підшлунковій залозі у вигляді острівців.



Мал. 192. Схема, що ілюструє змішану секрецію підшлункової залози

Інсулін регулює білковий, жировий і, найголовніше, вуглеводний обмін в організмі, сти-

мулюючи споживання клітинами глюкози з крові та синтез глікогену в печінці і м'язах. Нестача інсуліну призводить до **цукрового діабету**, який характеризується підвищенням рівня глюкози в крові й тканинах організму. Настає тяжке схуднення, отруєння організму продуктами неповного розпаду вуглеводів.

Глюкагон діє протилежно інсуліну. Він стимулює розщеплення глікогену і збільшення концентрації глюкози в крові. Отже, якщо в крові людини зростає рівень глюкози, то виділення інсуліну збільшується, а глюкагону – зменшується. І навпаки, коли в крові знижується рівень глюкози, тоді різко зменшується виділення інсуліну, а збільшується виділення глюкагону. Отже, інсулін і глюкагон спільно підтримують сталість умісту глюкози в крові, що є однією з умов підтримання гомеостазу.



Цукровий діабет – небезпечне захворювання, яке розвивається поступово. Первинними ознаками цукрового діабету є сухість слизових оболонок (ротова та носова порожнини тощо), постійне бажання їсти або, навпаки, його відсутність; постійна спрага, надмірне сечовиділення, особливо вночі. Щоб захистити себе від розвитку цього захворювання, потрібно уникати стресових ситуацій, раціонально харчуватися, зменшувати вживання вуглеводів, займатися посильним фізичним навантаженням (фізична праця, спорт), вести рухливий спосіб життя тощо.

У **статевих залозах**, чоловічих і жіночих, крім розвитку статевих клітин (зовнішня секреція), виробляються гормони (внутрішня секреція), що впливають на розвиток і функцію статевої системи людини.

У чоловічих статевих залозах – **сім'яниках** – секретуються чоловічі статеві гормони – ***андрогени***. Найактивнішим серед них є ***тестостерон***, який стимулює ріст, розвиток і функцію чоловічого організму. У жіночих статевих залозах – **яєчниках** – синтезуються і виділяються в кров жіночі статеві гормони – ***естрогени***. Вони стимулюють розвиток жіночих статевих органів, вторинних статевих ознак, регулюють жіночий статевий цикл.



Серед різноманітних медичних препаратів відомі й гормональні. Пам'ятайте, що гормони – це біологічно активні речовини, які регулюють процеси обміну речовин в організмі. Самовільне вживання гормональних препаратів може порушити обмін речовин та нашкодити здоров'ю. Якщо за якихось причин виникає потреба у введенні їх, це обов'язково треба робити під контролем лікаря-ендокринолога[1].

Крім згаданих ендокринних залоз, в організмі людини (особливо в шлунково-кишковому тракті) є сотні ендокринних клітин, які продукують і виділяють у кров гормони.

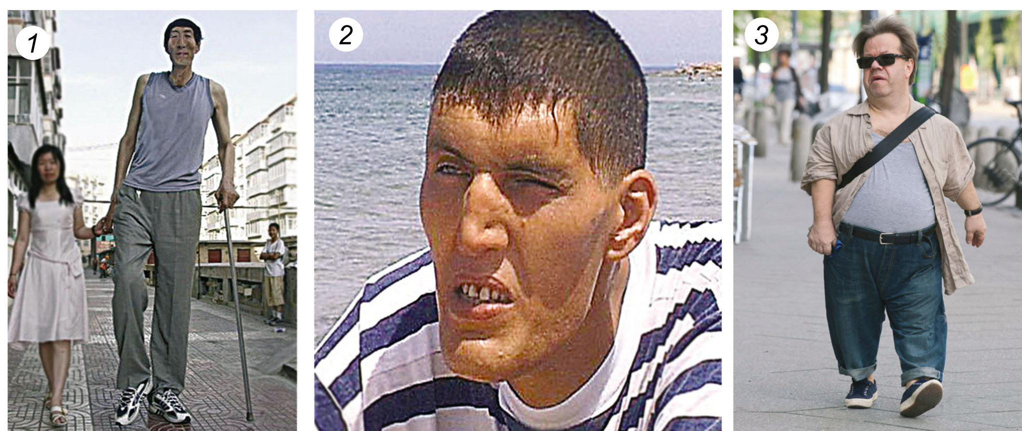
Як регулюється діяльність ендокринної системи? Майже всі залози внутрішньої секреції багаті на нервові волокна. Їхня діяльність

[1] *Ендокринологія* – наука про будову та функції ендокринних залоз, гормони, які вони виробляють, їхню дію на організм, а також про захворювання, пов'язані з порушенням функції цих залоз. Фахівці-ендокринологи діагностують та лікують захворювання, пов'язані з ендокринною системою.



Мал. 193. Розташування (1) і функції (2) гіпофіза

контролюється імпульсами, що надходять від нервової системи. Крім того, діяльність одних ендокринних залоз регулюється гормонами, які виділяють інші, або ж нейрогормонами. Координаційним центром діяльності ендокринних залоз є гіпоталамус (*пригадайте*: це структура проміжного мозку). Він отримує сигнали від центральної нервової системи та аналізує їх. У відповідь на них гіпоталамус виділяє у загальний кровотік регуляторні нейрогормони. *Пригадаємо*: ***нейрогормони*** – біологічно активні речовини, які виробляють особливі нейрони (їх називають нейросекреторними клітинами). Подібно до гормонів, вони потрапляють у кров, лімфу або тканинну рідину, з якими транспортуються до тканин і органів, на які вони діють. Нейрогормони гіпоталамуса кровоносними судинами потрапляють у передню частку гіпофіза – провідної ендокринної залози, розміщеної в головному мозку безпосередньо під гіпоталамусом (мал. 193, 1). Під впливом цих речовин гіпофіз синтезує гормони, які стимулюють діяльність усіх інших ендокринних залоз. Їх називають *тропними* (від грец. *тропос* – поворот).



Мал. 194. Ознаки порушення функцій гіпофіза: 1 – гігантизм; 2 – акромегалія; 3 – карликовість

Яка будова та функції гіпофіза? **Гіпофіз,** або **мозковий придаток,** пов'язаний з гіпоталамусом за допомогою тоненької ніжки. У гіпофізі розрізняють дві основні частки: передню і задню. Одні гормони передньої частки регулюють діяльність інших залоз внутрішньої секреції (тропні гормони), а інші – окремі органи або організм у цілому (мал. 193, 2). Наприклад, ***пролактин*** регулює діяльність молочних залоз.

Гормон росту (***соматотропний гормон***) впливає на розвиток усього організму. За надлишкового вироблення цього гормону в дитячому віці відбувається посилений ріст усього організму – ***гігантизм*** (мал. 194, 1). Якщо це трапляється після завершення формування організму людини, виникають значні диспропорції всього тіла і внутрішніх органів, наприклад, спостерігають надмірне розростання окремих частин тіла (ніс, вуха, кінцівки). Це захворювання називають ***акромегалією*** (мал. 194, 2), порушується обмін речовин, можливі розлади психічних функцій. У разі гіпофункції гіпофіза в дитячому віці зупиняється ріст, настає раннє скостеніння хрящів. Таке захворювання називають ***карликовістю*** (мал. 194, 3). На відміну від кретинізму, зумовленого недостатнім виробленням гормонів щитоподібної залози, людям з карликовістю притаманний нормальний розумовий розвиток.

Недостатня кількість ***гонадотропних гормонів***, які стимулюють розвиток органів статевої системи, зумовлює порушення у формуванні статевої системи людини (один з проявів *інфантилізму* (від лат. *інфантиліс* – дитячий), для якого характерне збереження у людини фізичних або психічних особливостей, притаманних особинам дитячого віку).

У задню частку гіпофіза надходять нейрогормони (вазопресин, окситоцин), які утворюються в гіпоталамусі. ***Вазопресин,*** або ***антидіуретичний гормон,*** регулює реабсорбцію води в нирках і тонус судин. Зниження утворення цього гормону може спричинити так званий нецукровий діабет: надлишкове виділення сечі, що, на відміну від цукрового діабету, не має високого вмісту глюкози. У людини виникає відчуття спраги. ***Окситоцин*** стимулює скорочення матки під час пологів, відведення молока з молочних залоз під час годування немовлят.

Отже, гіпофіз, який перебуває під контролем гіпоталамуса, сам контролює вироблення гормонів щитоподібною залозою, функцію надниркових залоз, чоловічих і жіночих статевих залоз, а також ріст тіла та водний баланс.

Ключові терміни і поняття: **підшлункова залоза, статеві залози, гіпофіз, гігантизм, акромегалія, карликовість.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яка роль підшлункової залози в регуляції обміну речовин? 2. Які функції статевих залоз? Які гормони вони виробляють? 3. Що собою становить гіпофіз? 4. Яка роль гіпофіза в регуляції діяльності ендокринної системи?

Виберіть одну правильну відповідь

Виберіть гормон, який впливає протилежно гормону інсуліну: а) тироксин; б) глюкагон; в) тестостерон; г) вазопресин.



Поміркуйте. 1. Поясніть вплив статевих гормонів на розвиток організму в підлітковий період. 2. Чому гормони називають високоспецифічними біологічно активними речовинами?

Творче завдання. 1. Підготуйте презентацію на тему «Гіпофіз та його функції». 2. Складіть пам'ятку «Наслідки безконтрольного вживання гормонів».

§56. ВЗАЄМОДІЯ РЕГУЛЯТОРНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЗМУ

Пригадайте, що таке гомеостаз, нервова та гуморальна регуляція. Яка будова сенсорних систем організму людини? Що таке нерви та нервові центри?

Які механізми регуляції життєвих функцій організму людини? Важливою умовою нормального функціонування організму людини є дотримання ***гомеостазу*** – відносної сталості внутрішнього середовища, як-от: хімічного складу крові, певної температури тіла, величини артеріального тиску тощо. Гомеостаз організму людини підтримується взаємодією трьох регуляторних систем: нервової, ендокринної та імунної. Вони забезпечують функціонування складного багатоклітинного організму як єдиної цілісної біологічної системи й зумовлюють його реакції на зміни умов зовнішнього та внутрішнього середовища. Зокрема, за потреби посилюється або послаблюється діяльність органів та їхніх систем, узгоджується їхня дія, здійснюється їхнє тимчасове об'єднання для виконання певної функції.

Які загальні принципи нервової регуляції? Нервова регуляція має рефлекторний характер. Вона забезпечує швидкі реакції на дію різноманітних подразників зовнішнього та внутрішнього середовища. Механізм нервової регуляції полягає в тому, що спеціальні рецептори сприймають різні впливи (подразнення) зовнішнього і внутрішнього середовища. Нервові імпульси, які мають електричну природу, передаються від рецепторів до певних центрів центральної нервової системи. Від них нервові імпульси надходять до робочих органів, унаслідок чого діяльність відповідних тканин та органів посилюється або гальмується. Таким чином, завдяки нервовій системі організм людини здатний швидко сприймати подразники довкілля, а також зміни у власному внутрішньому середовищі і так само швидко на них реагувати.

Характерними рисами нервової регуляції є:

- рефлекторний характер роботи;
- значна швидкість дії;
- відносно нетривалий час дії;
- спрямованість дії: від певного нервового центру нервовий імпульс прямує до відповідного робочого органа.

Які загальні принципи гуморальної регуляції? На відміну від нервової системи, що забезпечує передачу сигналу на значні відстані за короткий час, робота ендокринної системи вирізняється меншою швидкістю, однак спричинена ними дія триваліша.

Характерні особливості гуморальної регуляції:

- **дистанційність дії:** гормони і нейрогормони з током крові або інших рідин можуть переміщатися від місць свого синтезу до клітин, на діяльність яких вони впливають;

- **висока біологічна активність:** ці сполуки впливають на клітини, тканини та органи в незначних концентраціях;
- **специфічність дії:** гормони та нейрогормони впливають лише на певні біохімічні процеси, що відбуваються в тих чи інших тканинах і органах.

Таким чином, ендокринна система посідає важливе місце в процесах загальної нейрогуморальної регуляції функцій організму людини.

Яка роль гіпоталамо-гіпофізарної системи в регуляції діяльності організму людини? Тісний зв'язок між нервовою та ендокринною системами здійснюється завдяки взаємодії структури проміжного мозку гіпоталамуса та провідної ендокринної залози, яка теж пов'язана з проміжним мозком, – гіпофіза (див. мал. 193, 1). Так виникає гіпоталамо-гіпофізарна система.

До гіпоталамуса від нервових клітин інших відділів головного мозку надходять відповідні сигнали. У відповідь нейросекреторні клітини гіпоталамуса виділяють нейрогормони, які по кровоносних судинах з током крові потрапляють у передню частку гіпофіза (див. мал. 193, 2). Там нейрогормони стимулюють або гальмують вироблення певних гормонів, які впливають на діяльність інших ендокринних залоз. Отже, діяльність гіпофіза перебуває під контролем гіпоталамуса.

У роботі єдиної гіпоталамо-гіпофізарної системи закладено **принцип прямого** і **зворотного зв'язку**. Коли будь-яка залоза внутрішньої секреції починає виділяти дуже мало або, навпаки, занадто багато гормонів, гіпоталамус реагує на такі відхилення від норми їхнього вмісту в крові. Цю інформацію він передає в гіпофіз, який завдяки виділенню певних гормонів посилює або послаблює функцію відповідної залози внутрішньої секреції. Наприклад, гіпофіз виробляє ***тиреотропний гормон***, який стимулює діяльність щитоподібної залози. Під впливом цього гормону щитоподібна залоза виробляє свій гормон – тироксин (трийодтиронін), який впливає на всі органи і тканини організму. Тироксин впливає і на гіпофіз, для якого це є сигналом про результат його діяльності. Таким чином, якщо тиреотропний гормон гіпофіза стимулює діяльність щитоподібної залози (це прямий зв'язок), тоді тироксин гальмує діяльність гіпофіза, зменшуючи утворення тиреотропного гормону (це зворотний зв'язок).

Інтеграція нервової та гуморальної регуляції в організмі особливо яскраво проявляється під час виникнення стресових реакцій.

Що таке стрес? **Стрес** – це стан організму, що виникає у відповідь на дію несприятливих зовнішніх або внутрішніх чинників (***стресорів***), яка перевищує норму. Стресор може бути будь-якої природи – спека чи холод, отрута, інфекція, втрата крові, сильне емоційне потрясіння тощо. З фізіологічної точки зору стрес є нейрогуморальною реакцією, спрямованою на адаптацію організму до незвичних для нього умов.

У разі надзвичайних ситуацій, спричинених надмірною інтенсивністю певних зовнішніх чи внутрішніх чинників, виникає потреба у мобілізації всіх сил організму, активнішій роботі різних систем органів, значних витратах енергії, підвищеній розумовій діяльності тощо. Кожна людина може опинитись у такому стані, коли нервова та ендо-



кринна системи повинні так впливати на діяльність організму, щоб дати змогу пристосуватись до нових, незвичних обставин, підтримати гомеостаз.

В організмі існують досконалі механізми підтримання гомеостазу. Але якщо дія певних факторів надто сильна, тривала та незвична, тоді розвивається ***синдром***[1] ***загальної адаптації*** – налаштування організму для переживання надзвичайної ситуації.

Які механізми реакції організму на стрес? Появу стресового стану реєструє гіпоталамус. Його рецептори реагують на зміни хімічного складу, температури та тиску крові. У разі стресу він запускає низку реакцій, які й спричинюють синдром загальної адаптації.

Як приклад розглянемо стрес, що викликає реакцію тривоги. У синдромі загальної адаптації можна виділити три стадії. Спочатку починається збудження кори півкуль кінцевого мозку. Звідти нервові імпульси прямують до гіпоталамуса. Унаслідок стимуляції гіпоталамусом симпатичних нервів здійснюється ***реакція тривоги***. При цьому фізичні дії зазвичай відсутні, а велика кількість глюкози та кисню з кров'ю потрапляє до структур, що відіграють найбільшу роль у протистоянні небезпеці:

- головного мозку, який повинен здійснювати чітке керування організмом;
- скелетних м'язів, за допомогою яких, можливо, доведеться відбивати атаку чи тікати;
- серця, яке має інтенсивно працювати, щоб постачати достатньо поживних речовин до органів;
- бронхів, які розширюються, і відповідно збільшується легенева вентиляція;
- потових залоз шкіри, які посилюють потовиділення;
- зіниць ока, які розширюються тощо.

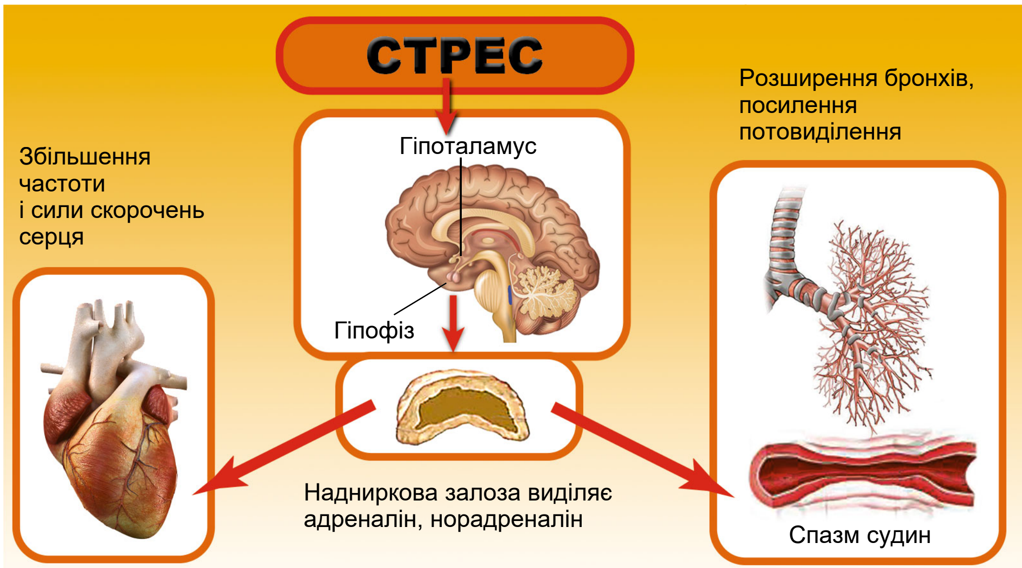
Нейрогормони, які виділяє гіпоталамус, активізують діяльність гіпофіза, що виробляє тропні гормони. Вплив цих гормонів стимулює функцію наднниркових залоз і виділення ними гормону адреналіну, що впливає на діяльність певного відділу нервової системи (мал. 195).

У ***стадії опору*** організм мобілізує свої ресурси, щоб подолати стресову ситуацію. Зростає кількість гормонів, антитіл, які надходять до ураженої ділянки, частина глікогену перетворюється на глюкозу, яка інтенсивно розщеплюється, поповнюючи енергетичні запаси організму. Симпатичний відділ автономної нервової системи готує організм до боротьби або втечі. При цьому активно працює і головний мозок. Зазвичай ми успішно витримуємо цю стадію та повертаємося до нормального стану. Але якщо організм не долає стрес, настає ***стадія виснаження***, яка може призвести до важкого захворювання.

Важливе значення для того, які наслідки спричиняє стрес, має поведінка у стресовій ситуації. Якщо людина шукає засоби поліпшити або уникнути подальшого розвитку такого стану, стійкість її організму зростає. Якщо людина відмовляється від активних протидій, стадія опору переходить у фазу виснаження.

---

[1] *Синдром* – сукупність ознак певного захворювання або стану організму.



Мал. 195. Механізм розвитку стресу. ***Завдання.*** *Користуючись схемою, поясніть, які процеси відбуваються в органах організму людини під час стресу*

Отже, під час стресу організм людини мобілізує свої захисні сили, що сприяє пристосуванню до умов життя, які постійно змінюються. Нездатність організму здолати стрес має негативне значення для здоров'я і може спричинити важкі захворювання. Зокрема, часто потерпає імунна система, внаслідок чого знижується опір збудникам захворювань. Але без деякого рівня стресу неможлива будь-яка активна діяльність людини: несильна дія стресорів мобілізує організм. Стрес може бути спричинений і позитивними емоціями: наприклад, ви отримали подарунок про який давно мріяли, але не очікували найближчим часом.

Як впливають на регуляторні системи організму наркотичні речовини, алкоголь та тютюнокуріння? ***Наркотики*** – хімічні сполуки, які діють на психічний стан людини. Вони спричиняють короткочасне піднесення настрою, у певних випадках – *галюцинації*. Це хворобливий стан, за якого виникають óбрази і відчуття (слухові, зорові тощо), не пов'язані із зовнішніми подразниками, однак певний час сприймаються як реальні. Хворобливий потяг до споживання наркотиків називають ***наркоманією***, а людину, яка вживає наркотики, – ***наркоманом***.

Наркотичні речовини погіршують проведення нервового імпульсу по нервах. Саме на цьому базується дія певних наркотиків, здатних знімати біль. Наркотики згубно впливають і на гуморальну регуляцію. Тривале споживання їх призводить, зокрема, до недостатнього вироблення статевих гормонів.

За постійного вживання алкоголю змінюється психіка людини, адже алкоголь прискорює загибель нейронів (на кожні спожиті 100 г алкоголю гине 33 000 нейронів). Унаслідок цього відбувається дегра-



дація особистості, руйнуються сім'ї, людина втрачає працездатність тощо.

Погано впливає на нервову та гуморальну регуляцію функцій організму і тютюнокуріння. Під час куріння утворюється дим, який містить багато шкідливих речовин – чадний газ, смоли, радіоактивні ізотопи, нікотин та ін.

Отже, у підлітковий період важливо не підпадати під різні негативні впливи. Життя багатогранне, і можливості, закладені в кожній людині, потрібно реалізовувати через навчання, цікаву трудову і суспільну діяльність, спорт.

Ключові терміни і поняття: **гіпоталамо-гіпофізаторна система, стрес, стрес-фактори (стресори).**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Як здійснюється нервова регуляція? 2. Які особливості гуморальної регуляції? 3. Як нервова та гуморальна регуляція взаємодіють між собою? 4. Що таке стрес? Яке його значення в житті людини? 5. Як реагують нервова та ендокринна системи на дію стрес-факторів?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть ознаку, характерну для нервової регуляції: а) включається повільно; б) діє повільно; в) сигналом слугує нервовий імпульс; г) сигналом слугують гормони.

2. Укажіть ознаку, характерну для гуморальної регуляції: а) включається досить швидко; б) діє швидко; в) сигналом слугує нервовий імпульс; г) сигналом слугують гормони.

3. Позначте залозу, яка активізує виділення гормонів під час виникнення стресу: а) тимус (вилочкова); б) гіпофіз; в) надниркові; г) щитоподібна.

Обговоріть у групах. 1. Яке значення гіпоталамо-гіпофізарної системи для забезпечення нормальної діяльності організму людини? 2. Розкрийте механізм нейрогуморальної регуляції.

Поміркуйте. 1. Яке біологічне значення процесів гальмування у нервовій регуляції? 2. Чому вважають, що деякі стресові ситуації справляють позитивний вплив на організм?

Творче завдання. Складіть пам'ятку «Як захистити свій організм від стресогенних чинників (стресорів)?».

Тема 12

РОЗМНОЖЕННЯ ТА РОЗВИТОК ЛЮДИНИ

Людина подібно до інших організмів здатна до розмноження. Завдяки розмноженню існування людини як біологічного виду не припиняється.



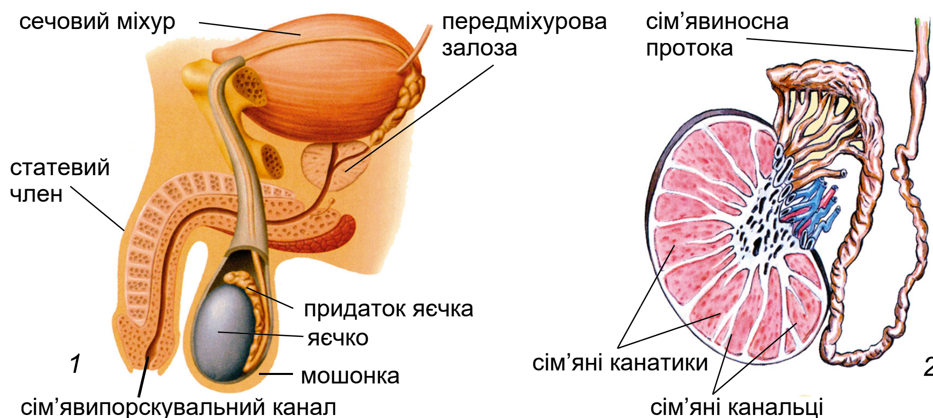
§57. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ РЕПРОДУКТИВНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Пригадайте, що таке розмноження, які є типи розмноження. Які залози належать до залоз змішаної секреції?

Однією з умов існування і процвітання будь-якого біологічного виду є здатність відтворювати собі подібних. Людина також біологічний вид, тому продовження роду є її природною потребою. Однак людина не тільки біологічна, а й соціальна істота. Це зумовлено тим, що її еволюція відбувалася в соціальному середовищі. Тому повноцінними умовами для продовження людського роду є створення сім'ї.

Людина розмножується статевим способом. Функцію розмноження забезпечує **репродуктивна система**. Її утворюють статеві органи. Вони складаються зі статевих залоз, де формуються статеві клітини; статевих шляхів, по яких ці клітини досягають місця запліднення, і зовнішніх статевих органів. Розрізняють чоловічу і жіночу статеві системи.

Яка будова чоловічої статевої системи? До внутрішніх чоловічих статевих органів належать сім'яники, або яєчка, придатки яєчок, передміхурова залоза (простата) (мал. 196).



Мал. 196. 1. Чоловічі статеві органи. 2. Будова сім'яника



Сім'яники, або **яєчка,** – овальні парні статеві залози, що містяться поза черевною порожниною у шкірному мішку (мошонці) й виконують подвійну секреторну функцію: ***зовнішню*** – утворення сперматозоїдів і ***внутрішню*** – виділення *гормону тестостерону* (*пригадайте, до якого типу залоз належать сім'яники*). Кожен сім'яник складається приблизно з тисячі звивистих ***сім'яних канальців***. Під час статевого дозрівання в сім'яних канальцях яєчок починають утворюватися чоловічі статеві клітини – ***сперматозоїди***. З яєчок вони надходять до придатків, де дозрівають упродовж двох тижнів.

Придаток яєчка – це згорнута спіраллю трубка, що проходить по задній частині яєчка. Від кожної протоки придатка починається ***сім'явиносна протока***, що з'єднується з протоками сім'яних міхурців. ***Сім'яні міхурці*** – парні залози, секрет яких забезпечує сперматозоїди поживними речовинами, а також підтримує їхню рухливість. Протоки придатків і протоки сім'яних міхурців зливаються в одну й утворюють ***сім'явипорскувальний канал***. Він відкривається у сечівник. Саме тут сечовий шлях об'єднується зі статевим.

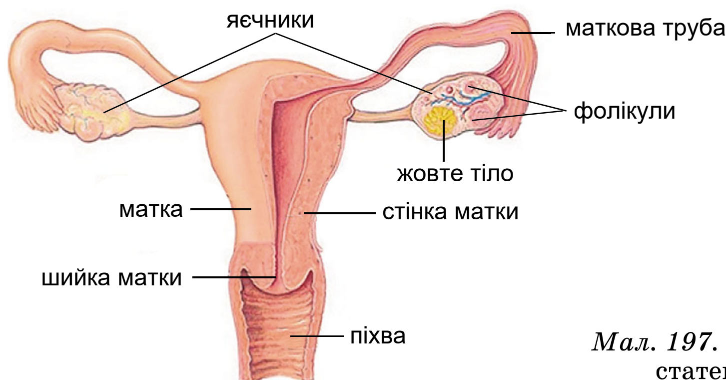
Під сечовим міхуром верхню частину сечівника охоплює **передміхурова залоза (простата)**. Вона виділяє слиз, який забезпечує просування сперматозоїдів сім'явиносною протокою, а також процес сім'явипорскування.

До **зовнішніх чоловічих статевих органів** відносять мошонку, що вміщує яєчка та їхні придатки, і статевий член, або пеніс.

Яка будова жіночих статевих органів? До жіночих статевих органів належать яєчники, маткові труби, матка і піхва (мал. 197). **Яєчники** утворені із численних фолікулів та секреторних клітин, що виділяють статеві гормони (зокрема, *естрадіол* і *прогестерон*) (***внутрішня функція***). Кожен фолікул містить незрілу яйцеклітину (***зовнішня функція***).

До кожного яєчника підходить **маткова труба** – парний м'язовий орган завдовжки до 12 см. Частина маткової труби має розширення (лійку) з отвором, оточеним миготливими війками. Завдяки рухам цих війок яйцеклітина потрапляє до маткової труби, де зазвичай відбувається запліднення.

Матка – товстостінний грушоподібний порожнистий м'язовий орган, який виконує менструальну, секреторну функції, а під час



Мал. 197. Будова жіночих статевих органів

вагітності в ній розвивається зародок і плід. У матці розрізняють опуклішу верхню частину, або ***тіло матки***, до якої підходять маткові труби, та вужчу циліндричну нижню частину матки – ***шийку***. Це вузький канал, який під час пологів розширюється, щоб ним могла пройти дитина. Матка переходить у ***піхву*** – м'язову трубку, через яку сперматозоїди потрапляють у жіночий організм.

До репродуктивної системи жінок належать також молочні залози – парні органи, у яких утворюється молоко в період вигодовування немовлят.

До чого призводить недотримання особистої гігієни в дівчат і юнаків? У разі недотримання гігієнічних норм у дівчат (жінок) виникають запальні процеси статевих органів. Якщо таке запалення виникає, потрібно негайно звернутися до лікаря. За вчасно розпочатого лікування хвороба зазвичай зникає безслідно. Якщо зволікати з лікуванням, хвороба набуває хронічної форми, яку вилікувати набагато важче. Невилікувані хвороби статевих органів впливають на можливість завагітніти (безпліддя); на перебіг вагітності, пологів.

У юнаків у разі недотримання особистої гігієни в результаті проникнення хвороботворних мікроорганізмів до статевих органів, а також унаслідок сидячого, малорухливого способу життя, вживання алкоголю, гострої їжі може виникнути запалення передміхурової залози – ***простатит***.

Поширеною причиною виникнення захворювання статевих органів є **інфекції, що передаються статевим шляхом (ІПСШ).**

Що таке ІПСШ? Нині налічують понад 20 хвороб, які спричинюють ІПСШ. На них хворіють як чоловіки, так і жінки. На відміну від деяких інших інфекційних захворювань, проти ІПСШ імунітет не виробляється, і за повторного зараження хвороба розвивається знову. Ці хвороби ніколи самостійно не виліковуються. Без медичної допо-

Таблиця 11

ЗАХВОРЮВАННЯ, ЩО ПЕРЕДАЮТЬСЯ СТАТЕВИМ ШЛЯХОМ

Захворювання	Збудник	Симптоми	Наслідки
Сифіліс	Бліда спірохета	Поява безболісних виразок на зовнішніх статевих органах, збільшення пахових лімфовузлів	Ураження всіх органів, руйнування носових перегородок, спотворення обличчя, параліч ніг, тяжкі страждання, смерть
Гонорея	Гонокок	Гнійні виділення, підвищення температури, біль при сечовипусканні	Руйнування статевих залоз, безпліддя
Трихомоноз	Трихомонада	Гнійні виділення, запалення слизових оболонок статевих органів	Руйнування статевих залоз, безпліддя



моги людина хворітиме на них усе життя. Збудниками ІПСШ є віруси, бактерії, гриби та одноклітинні еукаріотичні організми, які потрапляють в організм людини під час статевого контакту. Деякі ІПСШ, такі як хламідіоз і генітальний герпес, передаються також через предмети особистої гігієни – білизну, рушник тощо. Найпоширенішими серед ІПСШ є сифіліс, гонорея та трихомоноз (*див. таблицю 11*).

Завдання  Користуючись різноманітними джерелами інформації, доповніть таблицю прикладами хвороб, що передаються статевим шляхом.

Важливі профілактичні заходи щодо уникнення хвороб ІПСШ: санітарно-просвітницька робота, рання діагностика, моральна та юридична відповідальність людини щодо сім'ї та оточення.

Ключові терміни і поняття: **яєчка, сім'яні міхурці, передміхурова залоза (простата), яєчники, маткові труби, матка, ІПСШ.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Як будова чоловічих статевих органів пов'язана з їхніми функціями?
2. Як будова жіночих статевих органів пов'язана з їхніми функціями?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть продукти чоловічих статевих залоз: а) сперматозоїди; б) яйцеклітини; в) гормон адреналін; г) гормон прогестерон.
2. Укажіть продукти жіночих статевих залоз: а) сперматозоїди; б) яйцеклітини; в) гормон тестостерон; г) гормон адреналін.

Обговоріть у групах. (Окремо дівчата та хлопці). І група. Значення дотримання особистої гігієни в юнаків. ІІ група. Значення дотримання особистої гігієни у дівчат.

Поміркуйте. Чому дотримання особистої гігієни має важливе значення для збереження репродуктивності статевих органів?

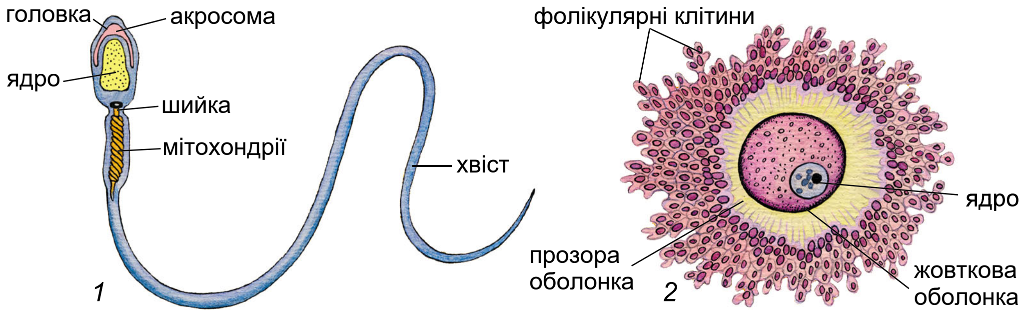
Творче завдання. Оформте плакат на тему «Як уберегтися від ІПСШ».

§58. СТАТЕВІ КЛІТИНИ. МЕНСТРУАЛЬНИЙ ЦИКЛ. ЗАПЛІДНЕННЯ. ВАГІТНІСТЬ

Пригадайте, що таке ядро клітини.

Яйцеклітини та сперматозоїди розвиваються з первинних статевих клітин. Чоловічі первинні статеві клітини починають утворюватися з настанням статевої зрілості. Процес дозрівання сперматозоїдів триває понад два місяці. Щодня у чоловіків дозріває кілька мільйонів сперматозоїдів. На відміну від чоловіків, у жінок первинні статеві клітини утворюються вже в ембріональному періоді й перебувають у «законсервованій» стадії аж до настання статевої зрілості.

Яка будова чоловічих статевих клітин? Чоловічі статеві клітини – **сперматозоїди** – це дуже дрібні, рухливі гамети, що складаються з головки, шийки і хвоста (мал. 198, 1). ***Головка*** має ядро, оточене тонким шаром цитоплазми, та ***акросому*** – органелу, яка виробляє фер-



Мал. 198. Будова сперматозоїда (1) та яйцеклітини (2)

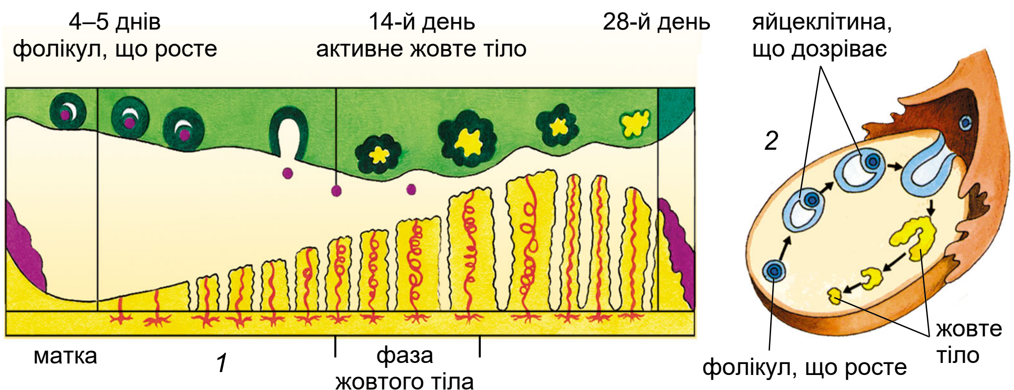
менти, що сприяють проникненню сперматозоїда в яйцеклітину. У ***шийці*** міститься велика кількість мітохондрій, енергія яких забезпечує рух хвоста, а отже, і рух самого сперматозоїда до яйцеклітини.

Статеве дозрівання у хлопчиків починається у період від 11 і завершується в середньому до 18 років.

Яка будова жіночих статевих клітин? Жіночі статеві клітини – **яйцеклітини**, на відміну від сперматозоїдів, нерухомі, значно більші за розміром (близько 0,1 мм), кулястої форми (мал. 198, 2). Цитоплазма яйцеклітини містить великий запас поживних речовин у вигляді жовткових включень, рівномірно розподілених у клітині. Зовні яйцеклітина оточена оболонками. Вони виконують функції живлення та захисту.

Статеве дозрівання у дівчат відбувається від 9 до 16 років. Приблизно у віці 10–12 років у дівчат починається перша **менструація** – ознака дозрівання яйцеклітини у фолікулах яєчників.

Що таке менструальний цикл? **Менструальний цикл** – фізіологічний процес в організмі жінки, під час якого відбуваються закономірні циклічні зміни функцій статевої системи, що контролюються статевими гормонами. Тривалість менструального циклу в нормі становить 21–36 днів (найпоширеніший цикл – 28 днів). Його можна розділити на три фази: менструальну, післяменструальну і передменструальну (мал. 199, 1).



Мал. 199. 1. Менструальний цикл. 2. Утворення жовтого тіла



У ***менструальну фазу*** (1–5-й день менструації) слизова оболонка матки відшаровується, що супроводжується розривом деяких кровоносних судин.

У ***післяменструальну фазу*** (6–14-й день) гіпофіз виділяє гормон, який стимулює утворення нового фолікула. Цей фолікул починає виділяти спеціальний гормон, який стимулює розвиток яйцеклітини в ньому і відновлення функціонального шару слизової оболонки матки, що потовщується і стає завтовшки приблизно 1 мм.

На 14-й день відбувається **овуляція** (від *овум* – яйце), унаслідок чого дозріла яйцеклітина розриває оболонку фолікула і виходить з яєчника, надходить у маткову трубу, де завершується її дозрівання; матка стає здатною до сприйняття заплідненої яйцеклітини.

У ***передменструальну фазу*** (з 15-го по 28-й день) на місці зруйнованого фолікула утворюється **жовте тіло** (жироподібна сполучна тканина жовтого кольору) (мал. 199, 2). Воно виконує роль тимчасової залози внутрішньої секреції, виробляючи гормон прогестерон, що затримує дозрівання наступного фолікула і готує слизову оболонку матки до прийняття зародка. Якщо запліднення не відбулося, жовте тіло руйнується, вміст відповідних гормонів знижується, слизова оболонка матки відшаровується і починається менструація. Цикл знову повторюється.

Ключові терміни і поняття: **сперматозоїди, яйцеклітини, менструація, менструальний цикл, овуляція.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яка будова чоловічих статевих клітин? 2. Яка будова жіночих статевих клітин? 3. Що таке менструальний цикл?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть день менструального циклу, у який відбувається овуляція: а) 1; б) 5; в) 7; г) 14.

2. Що утворюється на місці зруйнованого фолікула: а) яйцеклітина; б) жовте тіло; в) гормон естроген; г) гормон прогестерон.

3. Укажіть роль жовтого тіла: а) виробляє гормон, що затримує дозрівання наступного фолікула; б) сприяє розшаруванню слизової оболонки матки; в) сприяє дозріванню яйцеклітини.

Поміркуйте. Як будова чоловічої статевої клітини впливає на процес запліднення?

Творче завдання. Порівняйте чоловічу й жіночу статеві клітини за ознаками взаємозв'язку будови та функцій.

§59. ЗАПЛІДНЕННЯ. ЕМБРІОНАЛЬНИЙ ПЕРІОД РОЗВИТКУ ЛЮДИНИ. ПЛАЦЕНТА, ЇЇ ФУНКЦІЇ

Пригадайте, що таке запліднення.

Онтогенез (від грец. *онтос* – існуюче та *генезис* – походження) – це індивідуальний розвиток організму з моменту його зародження до природної смерті. Виділяють два періоди онтогенезу: ***ембріональний*** (***зародковий***) і ***постембріональний*** (***післязародковий***). Ембріональний період охоплює перетворення зиготи на зародок і розвиток зарод-

ка та плоду до моменту народження дитини. Постембріональний починається після її народження.

Як відбувається процес запліднення? Ви вже знаєте, що початковим етапом індивідуального розвитку організму (онтогенезу) є **запліднення** – процес злиття ядер чоловічої та жіночої статевих клітин.

Сперматозоїди, потрапивши до піхви жінки, просуваються до шийки матки. Приблизно через 30 хв вони досягають порожнини матки, а через 1,5 год потрапляють до маткових труб, де зустрічаються з яйцеклітиною. Сперматозоїд руйнує мембрану яйцеклітини за допомогою спеціальної речовини, яку виробляє акросома. Коли головка сперматозоїда потрапляє всередину яйцеклітини, її мембрана стає непроникною для інших сперматозоїдів.

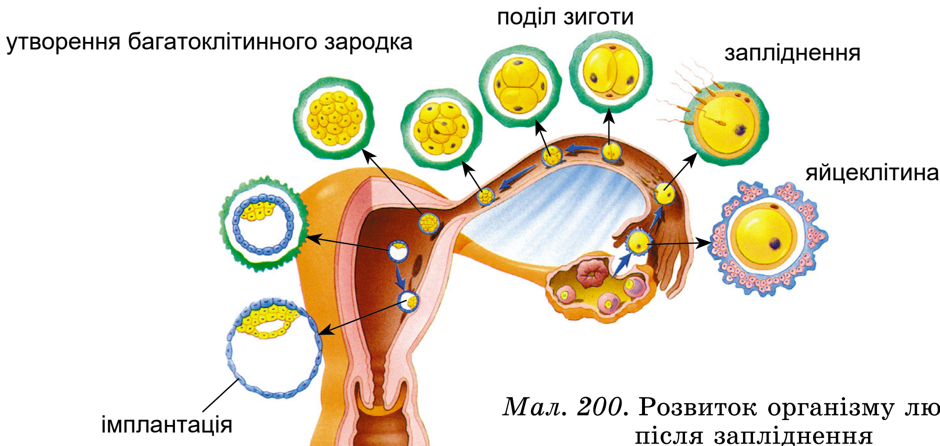
Ядра обох статевих клітин (сперматозоїда і яйцеклітини) зливаються в одне й утворюють запліднену яйцеклітину, або ***зиготу***. Так настає вагітність, що триває в межах дев'яти місяців.

Вагітність – фізіологічний стан організму жінки, пов'язаний із заплідненням яйцеклітини і розвитком зародка і плоду. Під час вагітності посилюється виділення гормонів яєчників, а потім плаценти, збільшуються розміри матки. Основні її ознаки: припинення менструацій; збільшення молочних залоз; сонливість; можливі тимчасові запаморочення та нудота.

Як утворюється зародок і плід? Запліднена яйцеклітина просувається по матковій трубі й водночас ділиться, перетворюючись на багатоклітинний зародок (мал. 200). Через чотири-п'ять днів після запліднення зародок потрапляє до порожнини матки. На 7-й день після запліднення він занурюється в її слизову оболонку й прикріплюється до неї. Цей процес має назву ***імплантація*** (від *ім* – префікс, що означає проникнення в щось, *плантаціо* – пересадка).

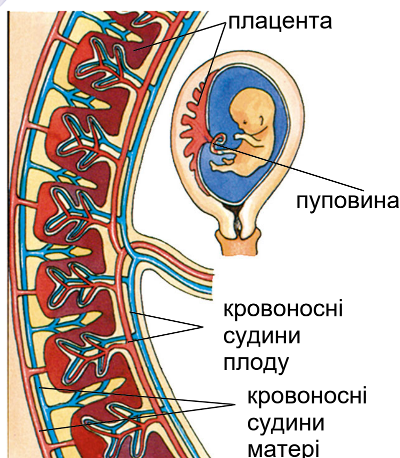
Період від моменту імплантації до утворення плаценти (кінець другого місяця) називають ***зародковим періодом*** внутрішньоутробного розвитку, а організм називається ***зародком***, або ***ембріоном***.

Наприкінці другого місяця внутрішньоутробного розвитку утворюється **плацента** (від лат. *плацента* – пиріг), або **дитяче місце** (мал. 200), – орган, який має вигляд диска, міцно прикріпленого до слизової



Мал. 200. Розвиток організму людини після запліднення





Мал. 201. Будова плаценти

оболонки матки, і зв'язує плід з організмом матері. Від утворення плаценти організм називають ***плодом***.

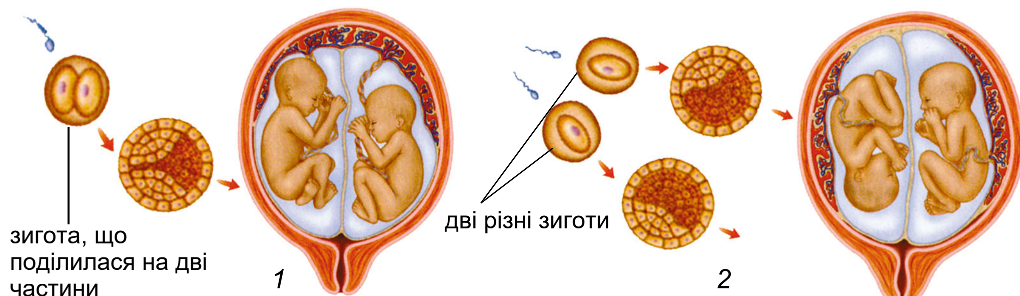
Плацента, виконуючи роль залози внутрішньої секреції, починає виділяти спеціальний гормон – *прогестерон*, який сприяє нормальному перебігу вагітності. Вона також захищає плід від негативної дії низки чинників зовнішнього середовища, утворюючи так званий *плацентарний бар'єр*. Кров матері не змішується з кров'ю плоду, у плаценті через стінки їхніх кровоносних судин відбувається обмін поживними речовинами і газами.

Плід оточують плодовий міхур та навколоплідні води. Плодовий міхур – це особливі оболонки, що оточують плід у вигляді мішка і виконують захисну функцію. Навколоплідні води заповнюють простір між плодом і внутрішньою плодовою оболонкою та забезпечують механічний захист, рух і розвиток плоду.

Плід з материнським організмом з'єднує шнуроподібний орган – ***пуповина*** (мал. 201). Завдяки їй плід одержує поживні речовини з крові матері (живлення плоду) та антитіла (захисна функція), відбувається газообмін між організмом матері і плоду (отримання кисню, звільнення від вуглекислого газу) та виділення непотрібних продуктів обміну речовин.

Плідний період починається з початку третього місяця і триває до моменту народження дитини (пологів). **Пологи** – це складний фізіологічний процес, який супроводжується народженням дитини і закінченням вагітності.

Здебільшого жінка за одну вагітність народжує одну дитину. Але є випадки народження водночас двох, трьох і більше дітей (близнят). Вони можуть бути однояйцевими і різнояйцевими. **Однояйцеві близнята** розвиваються з однієї зиготи, яка поділилася на дві (іноді більше) частини на певних етапах розвитку зародка (мал. 202, 1). Вони тільки однієї статі й дуже схожі між собою.



Мал. 202. Схема утворення однояйцевих (1) та різнояйцевих (2) близнят

Різнояйцеві близнята розвиваються з двох або більшої кількості зигот, які утворюються в разі запліднення кількох яйцеклітин. Вони можуть бути однієї або різних статей; схожі між собою не більше, ніж брати і сестри, що народилися у різний час (мал. 202, 2).

Розвиток дитини в материнському організмі повністю залежить від здоров'я матері. Тому під час вагітності жінці потрібно: правильно харчуватися, вживати калорійну й легкозасвоювану їжу; частіше перебувати на свіжому повітрі; дбати про чистоту тіла; носити зручний одяг; бути спокійною; оберігатися від інфекційних захворювань, повністю відмовитися від шкідливих звичок.

Вживання алкоголю і наркотиків у період вагітності може призвести до народження фізично й розумово недорозвинених дітей. Тютюнокуріння особливо неприпустиме під час вагітності й годування дитини груддю.

Ключові терміни і поняття: **онтогенез, запліднення, вагітність, зигота, ембріон, плід, плацента, пологи.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Як відбувається запліднення в людини? 2. Як розвивається зародок? 3. Що таке плацента? Яку роль вона відіграє в розвитку плоду? 4. Як відбувається газообмін між організмом матері й плодом?

Виберіть одну правильну відповідь

Укажіть, що називають плодом у людини: а) яйцеклітину до запліднення; б) яйцеклітину після запліднення; в) запліднену яйцеклітину, що почала ділитися; г) зародок від початку утворення плаценти.

Обговоріть у групах. Розкрийте особливості зародкового та плідного періодів.

Поміркуйте. Чим зародковий період відрізняється від плідного?

Творче завдання. Порівняйте розвиток однояйцевих і різнояйцевих близнят. Відповідь оформте у вигляді таблиці.

§60. ПОСТЕМБРІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ЛЮДИНИ

Пригадайте *з курсу основ здоров'я,* що таке статеве дозрівання і в який період розвитку людини воно відбувається. Що таке ріст і розвиток?

Упродовж життя в організмі людини безперервно відбуваються процеси росту й розвитку. У різні періоди життя інтенсивність цих процесів неоднакова, що зумовлює специфічні анатомічні, фізіологічні та психічні особливості, які називають ***віковими***.

Хронологічний вік – це період (у роках, місяцях, днях), прожитий від дня народження до певного відлічуваного моменту. **Біологічний вік** – це сукупність анатомічних і фізіологічних особливостей організму, що відповідають віковим нормам для певної спільноти людей. Він залежить від індивідуального темпу росту, розвитку і старіння організму. Різниця між хронологічним і біологічним віком на етапі дозрівання може сягати п'яти років, а на етапі старіння – до 20 років.



Відповідно до вікових особливостей розвитку організму весь життєвий цикл людини поділяють на періоди.

Період новонародженості – перші десять днів. **Грудний період** – 10 днів – 1 рік – супроводжується активним ростом і збільшенням маси тіла. За цей період ріст дитини збільшується приблизно в півтора-два рази. У віці шести місяців у дитини починають прорізуватися ***молочні зуби***. Значні зміни відбуваються в скелеті дитини. У новонароджених ще немає типових для дорослої людини вигинів хребта. Вони починають розвиватися з розвитком м'язової системи.

Раннє дитинство – 1–3 роки. У цей період темп росту уповільнюється, але на другому році залишається ще високим (10–11 см за рік), на третьому році – близько 8 см. У віці двох років закінчується прорізання зубів. У цей період діти інтенсивно розвиваються, особливо швидко розвивається мова, а з нею і мислення (мал. 203).



Мал. 203. У період раннього дитинства виникають прагнення ходити; інтерес до малювання та ігор

Перше дитинство – 4–7 років. У цей період діти за рік виростають на 5–7 см. У віці 5–6 років з'являються перші постійні зуби. У цей період розвитку діти сприймають багато інформації про навколишній світ й активно розвиваються, дедалі точніше розрізняють предмети та їхні властивості, починають навчатися грамоти, читання, математики тощо (мал. 204).



Мал. 204. У період першого дитинства у дітей виникає бажання вчитися, щось розглядати, імітувати окремі професії

Друге дитинство, або ***молодший шкільний період,*** **– 8–12 років –** характеризується уповільненням темпів росту. Дитина підростає за рік на 4–5 см. У процесі навчання розвиваються розумові здібності учнів (мал. 205).



Мал. 205. Різні види трудового навчання

Підлітковий період (хлопці 13–16 років, дівчата – 12–15 років) збігається з періодом статевого дозрівання. У цей період (з 11–12 років у дівчат і з 13–14 у хлопців) спостерігається стрибок у рості (7–8 см за рік); збільшення маси тіла; глибока перебудова організму, пов'язана з початком внутрішньосекреторної функції статевих залоз.

Статеве дозрівання у хлопців починається в період від 11 і завершується в середньому до 18 років. З'являється волосся під пахвами і на обличчі, швидко росте скелет (щороку зріст підлітка може збільшуватися майже на 10 см) та м'язи. Плечі розширюються, а таз залишається вузьким. Це надає фігурі хлопця чоловічої статури. Збільшуються і змінюються хрящі гортані, відбуваються зміни голосу, які називають ***мутацією***. У цей час не рекомендують напружувати голосові зв'язки (кричати, голосно розмовляти).

Під впливом статевого гормону посилюється секреція шкірних залоз, особливо на обличчі й спині. Якщо не дотримуватися особистої гігієни, вони можуть запалюватися, утворюючи вугрі, які зазвичай зникають до 21–23 років.

Статеве дозрівання в дівчат відбувається у віці від 9 до 16 років. У цей час починають вироблятися статеві гормони. У цьому віці закладається багато рис характеру, властивих конкретній особистості, виробляється вміння контролювати власну поведінку, здатність керувати собою, своїми вчинками і настроєм. Під впливом авторитету дорослих і навколишнього середовища формується характер, моральні якості людини, її цілеспрямованість. Підлітки прагнуть самовиразитися.

Юнацький період (хлопці – 17–21 рік, дівчата – 16–20 років). У цьому віці ріст і розвиток організму переважно завершуються, усі системи органів практично досягають своєї зрілості.

Зрілий вік настає у віці 21 рік. ***Перший період зрілого віку*** – до 35 років. Це найпродуктивніший період у житті людини, час, коли розвиваються її здібності, можливості їх проявити в конкретній сфері діяльності. У цей період людина здебільшого створює сім'ю, народжує і виховує дітей.



Другий період зрілого віку – від 36 до 60 років у чоловіків і до 55 років у жінок. У цей відрізок часу життя людина намагається реалізувати себе в обраній професії, сім'ї.

Похилий вік починається з 61 року в чоловіків і з 56 років у жінок. Багато людей зберігають у цей період достатньо високу професійну працездатність. **Старечий вік** у чоловіків і жінок починається в 75 років. У цьому віці багато людей мають ясний розум і здатні до творчої праці. **Довгожителі** – це люди віком 100 і більше років. Їх на Землі відносно небагато.

Старіння – загальнобіологічна закономірність, притаманна всім організмам. Наука, яка вивчає проблеми старіння людини, з'ясовує основні його закономірності – від молекулярного і клітинного рівнів до цілісного організму, називається ***геронтологією*** (від грец. *герон* – старий). Основне завдання геронтології – домогтися того, щоб тривалість життя людини відповідала визначеним їй природним можливостям як біологічного виду.

Якщо біологічний вік значно випереджає хронологічний, це свідчить про передчасне старіння. На біологічний вік людини впливають також соціально-економічні умови.

Ключові терміни і поняття: **біологічний вік, ріст, розвиток, грудний період, дошкільний період, шкільний період, зрілий період, похилий вік, старечий вік, старіння, геронтологія.**

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке хронологічний і біологічний вік людини? 2. Які розрізняють вікові періоди в житті людини? 3. Що таке ріст і розвиток? 4. У чому полягають особливості кожного вікового періоду?

Виберіть одну правильну відповідь

Укажіть, яка тривалість періоду новонародженості: а) перші десять днів; б) від 10 днів до 1 року; в) до 2 років; г) до 3 років.

Обговоріть у групах. Розкрийте особливості періодів першого та другого дитинства.

Поміркуйте. Який спосіб життя здатний продовжувати тривалість життя людини?

Творче завдання. Підготуйте презентацію на тему «Розвиток і досягнення геронтології в Україні».

Узагальнення

Організм людини як цілісна саморегульована біологічна система. Взаємодія регуляторних систем організму людини

Протягом цього навчального року ви вивчали будову та особливості функціонування організму людини. Ви переконалися, як складно він організований: мільярди клітин різних типів, об'єднані в тканини, що формують різноманітні органи.

Органи, що виконують спільні функції, входять до складу певної фізіологічної системи. Так, *шкіра* утворює покриви нашого організму. Її основна функція – захист внутрішнього середовища нашого тіла від зовнішніх несприятливих впливів.

Опорно-рухова система людини складається з внутрішнього скелета і скелетних м'язів, які діють як єдине ціле. Скелет виконує опорну, захисну та кровотворну функції. Скорочення скелетних м'язів зумовлюють рухи всього тіла та його частин. Обмін речовин в організмі людини починається з *травної системи*, яка забезпечує нормальне функціонування нашого організму. Завдяки травній системі наш організм отримує поживні речовини, які використовуються як будівельний матеріал і слугують джерелом енергії, потрібної для забезпечення нормального функціонування всіх систем органів.

Органи дихальної системи забезпечують процеси газообміну. Надходження в наш організм кисню зумовлює окиснення різних груп органічних сполук (вуглеводів, білків, жирів) та звільнення енергії, яка запасається в цих сполуках. Завдяки цьому задовольняються енергетичні потреби нашого організму. Крім того, з видихуваним повітрям виводяться деякі непотрібні нашому організму сполуки (наприклад, вуглекислий газ). Органи дихальної системи разом зі шкірою та іншими органами беруть участь у процесах терморегуляції, завдяки якій підтримується стала температура нашого тіла.

Важливу функцію *транспортної системи* нашого організму виконують кровоносна та лімфатична системи. Кровоносна система людини замкнена, вона складається із центрального пульсуючого органа (серця) та судин. Кров та лімфа забезпечують транспорт по нашому організму поживних речовин, газів, кінцевих продуктів метаболізму, біологічно активних речовин, які регулюють діяльність усіх органів та систем органів. Важлива роль крові та лімфи в захисних реакціях нашого організму. Їх здійснюють як певні типи формених елементів (лейкоцити, тромбоцити), так і захисні білки (антитіла та інтерферони).

Кінцеві продукти обміну речовин (метаболізму), які вже непотрібні або навіть шкідливі для нашого організму, виводяться з нього завдяки органам *видільної системи* (це парні нирки та сечоводи, а також непарні сечовий міхур та сечівник).

Вивчаючи цей навчальний курс, ви переконалися, як тісно організм людини взаємопов'язаний з навколишнім середовищем і як усі фізіологічні процеси в ньому взаємозв'язані.

Узгоджена діяльність органів різних систем спрямована на забезпечення головної умови нормального існування будь-якого організ-



му – підтримання відносної сталості його внутрішнього середовища (гомеостазу). Її забезпечують регуляторні системи – нервова, ендокринна та імунна. ***Нервову регуляцію*** життєвих функцій забезпечує нервова система. Соматична нервова система керує рухами скелетних м'язів та іннервує органи чуття, завдяки чому забезпечуються зв'язки нашого організму із зовнішнім середовищем та сприймаються сигнали від внутрішніх органів. Вегетативна (автономна) нервова система керує діяльністю внутрішніх органів, її діяльність відбувається поза нашою свідомістю. Завдяки цьому наш організм нормально функціонує навіть тоді, коли ми спимо або знаходимось у непритомному стані.

Діяльність нервової системи має рефлекторний характер. Рефлекси поділяють на безумовні та умовні. Безумовні рефлекси вроджені, вони відносно сталі, подібні у всіх індивідуумів. Натомість формування умовних рефлексів відбувається внаслідок навчання, вони індивідуальні, виникають упродовж усього життя і забезпечують пристосування до різноманітних змін у навколишньому середовищі.

Гуморальну регуляцію діяльності організму людини забезпечують біологічно активні речовини, насамперед гормони та нейрогормони. Гормони виробляються ендокринними залозами, які входять до складу ендокринної системи (гіпофіз, щитоподібна залоза, підшлункова, надниркові, статеві залози тощо). Спеціалізовані клітини нервової системи виробляють нейрогормони, дія яких подібна до дії гормонів. Гормони та нейрогормони діють повільніше порівняно з нервовими імпульсами, але їхня дія триваліша. Взаємодія між нервовою та ендокринними системами відбувається на рівні структури проміжного мозку (гіпоталамуса) та провідної ендокринної залози – гіпофіза. Така взаємодія нервової та ендокринної систем загалом забезпечує досконалу нейрогуморальну регуляцію всіх систем органів організму людини і швидку перебудову їхньої діяльності під впливом змін у навколишньому середовищі.

Гіпоталамус і гіпофіз утворюють єдину гіпоталамо-гіпофізарну систему, у роботу якої закладено принцип прямого і зворотного зв'язку.

Деякі ендокринні залози безпосередньо не залежать від гіпофіза. Це підшлункова залоза (утворює гормони інсулін і глюкагон), мозкова частина надниркових залоз (адреналін і норадреналін), паращитоподібні залози, вилочкова залоза (тимус). У вилочковій залозі виробляються гормоноподібні речовини, які стимулюють дозрівання особливої групи лімфоцитів, встановлюється зв'язок між ендокринними й імунними механізмами.

Імунні механізми гомеостазу забезпечують збереження біологічної індивідуальності. До складу імунної системи входять тимус, лімфатичні судини та лімфатичні вузли, селезінка, кістковий мозок. У кістковому мозку містяться стовбурові клітини. Ці недиференційовані клітини дають початок клітинам інших типів, зокрема форменим елементам крові.

Органи *статевої системи* забезпечують процеси розмноження – відтворення собі подібних. Саме завдяки цьому й існує на нашій планеті людство. Ви вже знаєте, що вид людина є біосоціальною істотою. Вона не може існувати поза соціумом – соціальним оточенням. За

допомогою мови людина передає інформацію, здатна її накопичувати та мислити абстрактними поняттями. Отже, людині притаманна досконала вища нервова діяльність, що забезпечує досконалі пристосування до мінливих умов існування.

Людина є частиною навколишнього природного середовища. Намагаючись необдумано його змінювати, людина може завдавати шкоди самій собі. Єдиний шлях нормального існування людства – жити в гармонії із законами природи, охороняючи те видове різноманіття організмів, які населяють нашу планету, раціонально використовуючи природні ресурси.

Крім збереження та поліпшення стану навколишнього природного середовища, перед людиною стоїть не менш важливе завдання: збереження власного здоров’я.

Засвоюючи курс біології цього навчального року, ви вочевидь зрозуміли, що здоров’я є найважливішою цінністю. Здорова людина почувається комфортно, характеризується високою працездатністю, здатністю розв’язувати складні завдання. Тому потрібно постійно піклуватися про власне здоров’я: займатися фізичною культурою та спортом, більше бувати на природі, уникати перевантажень і шкідливих звичок (тютюнокуріння, вживання алкогольних напоїв та наркотиків). Особливо заняття фізичними вправами важливі під час формування нашого організму. Саме міцні знання про будову та функціонування нашого організму дозволять вам зберігати та поліпшувати власне здоров’я.



ЗМІСТ